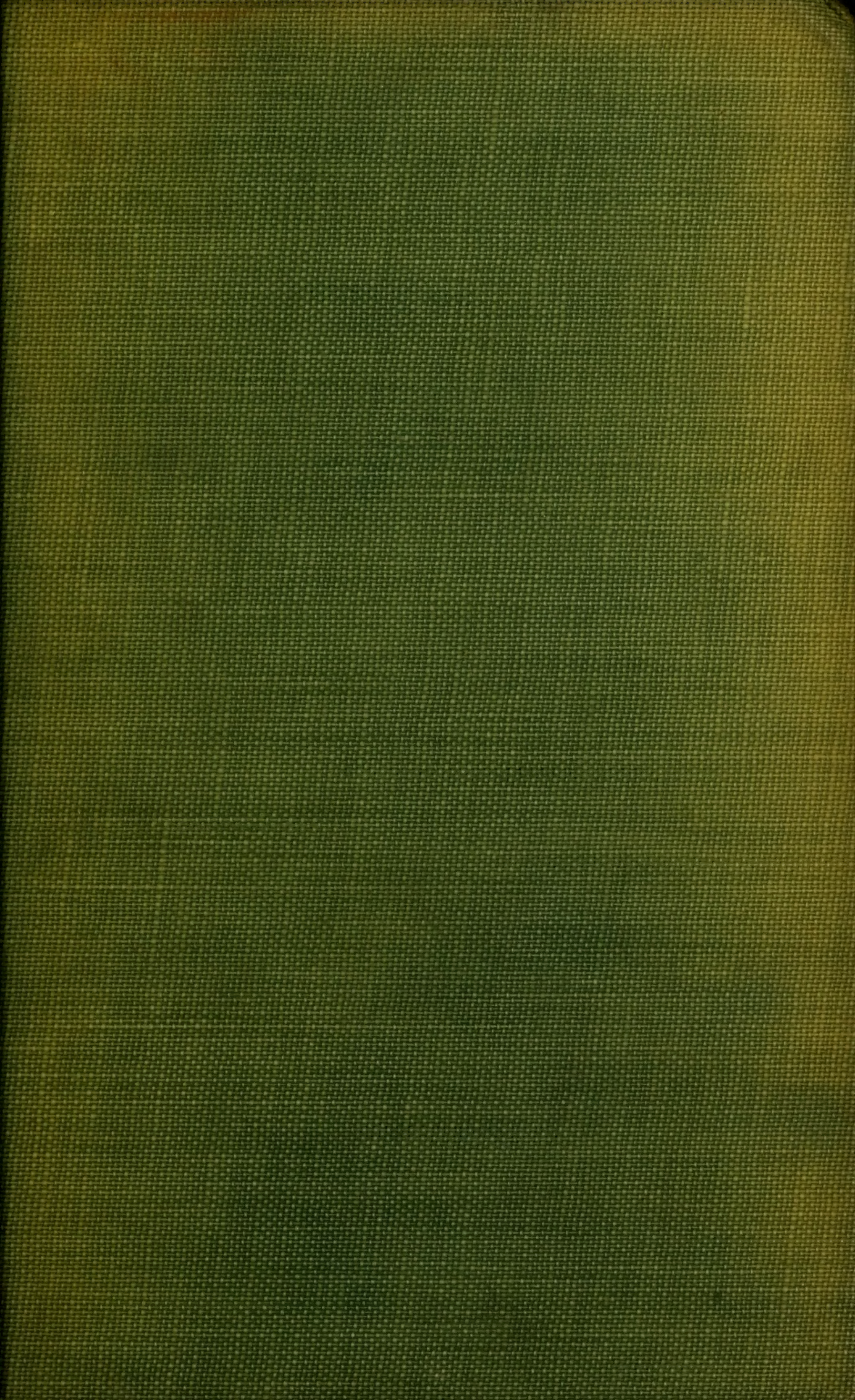
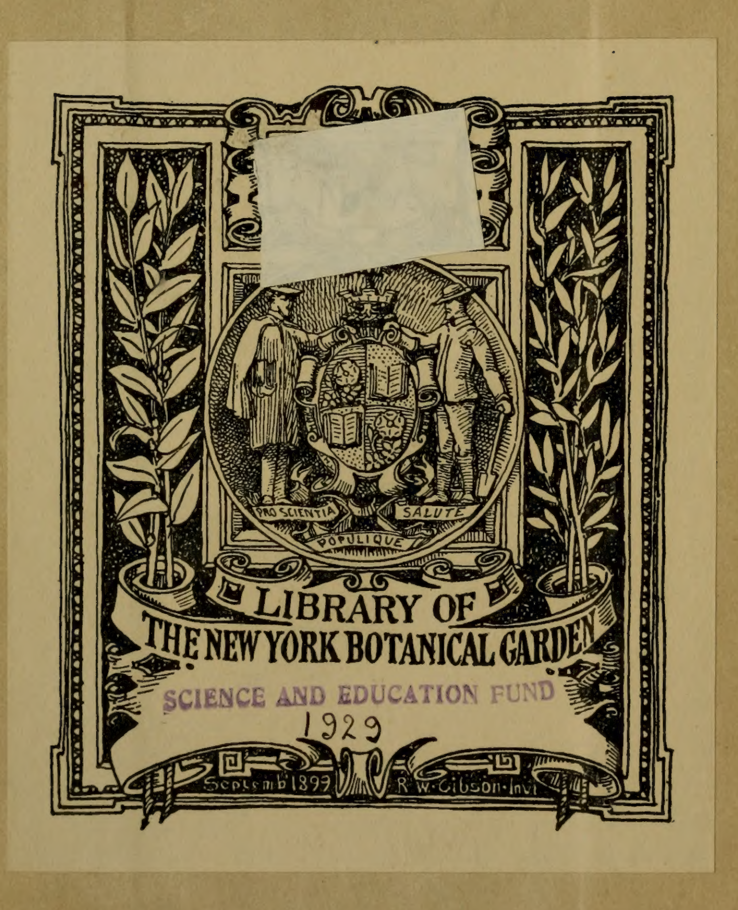
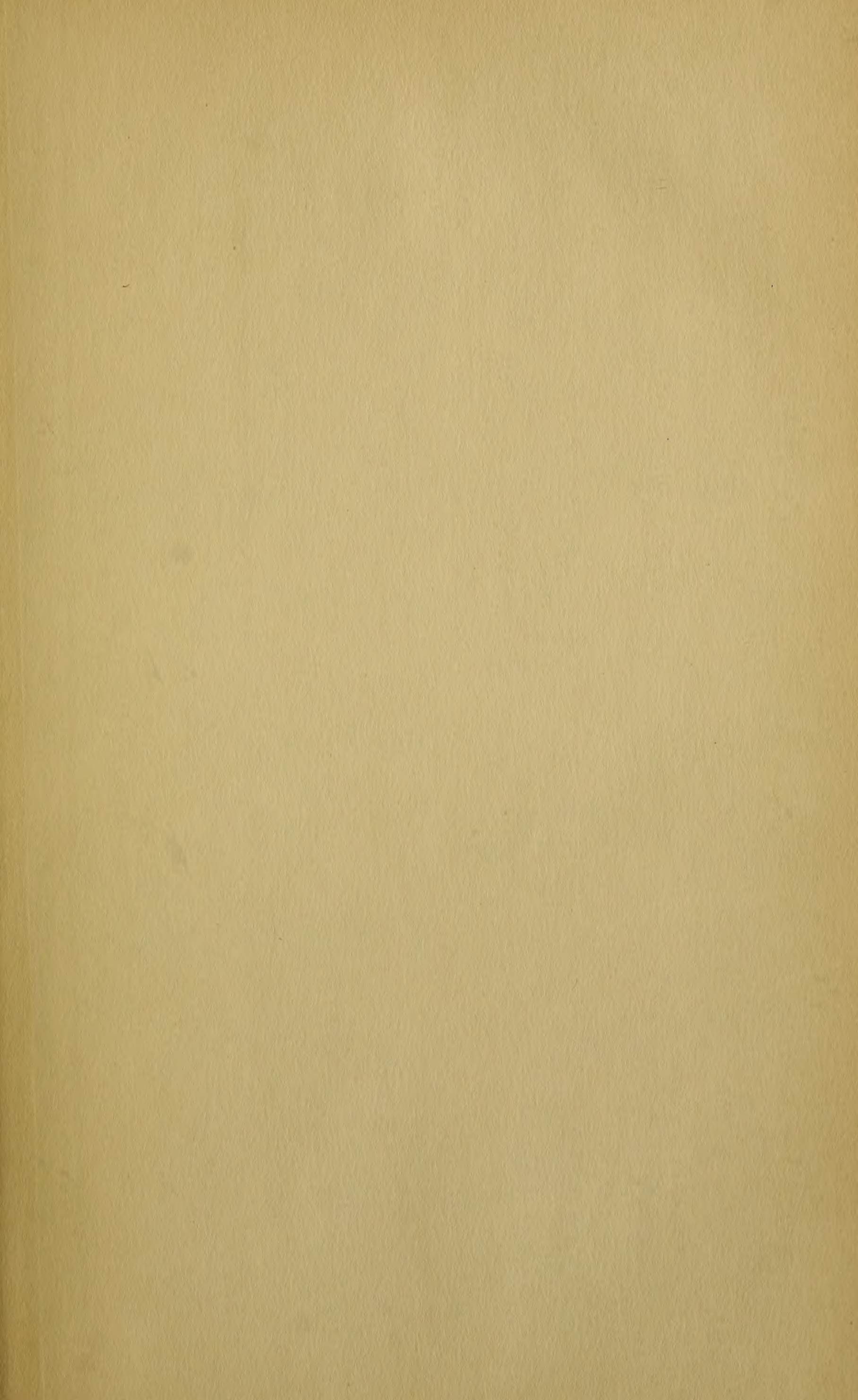



PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
SCIENCE AND EDUCATION FUND
1929
Septemb 1899
R.W. Gibson Inv









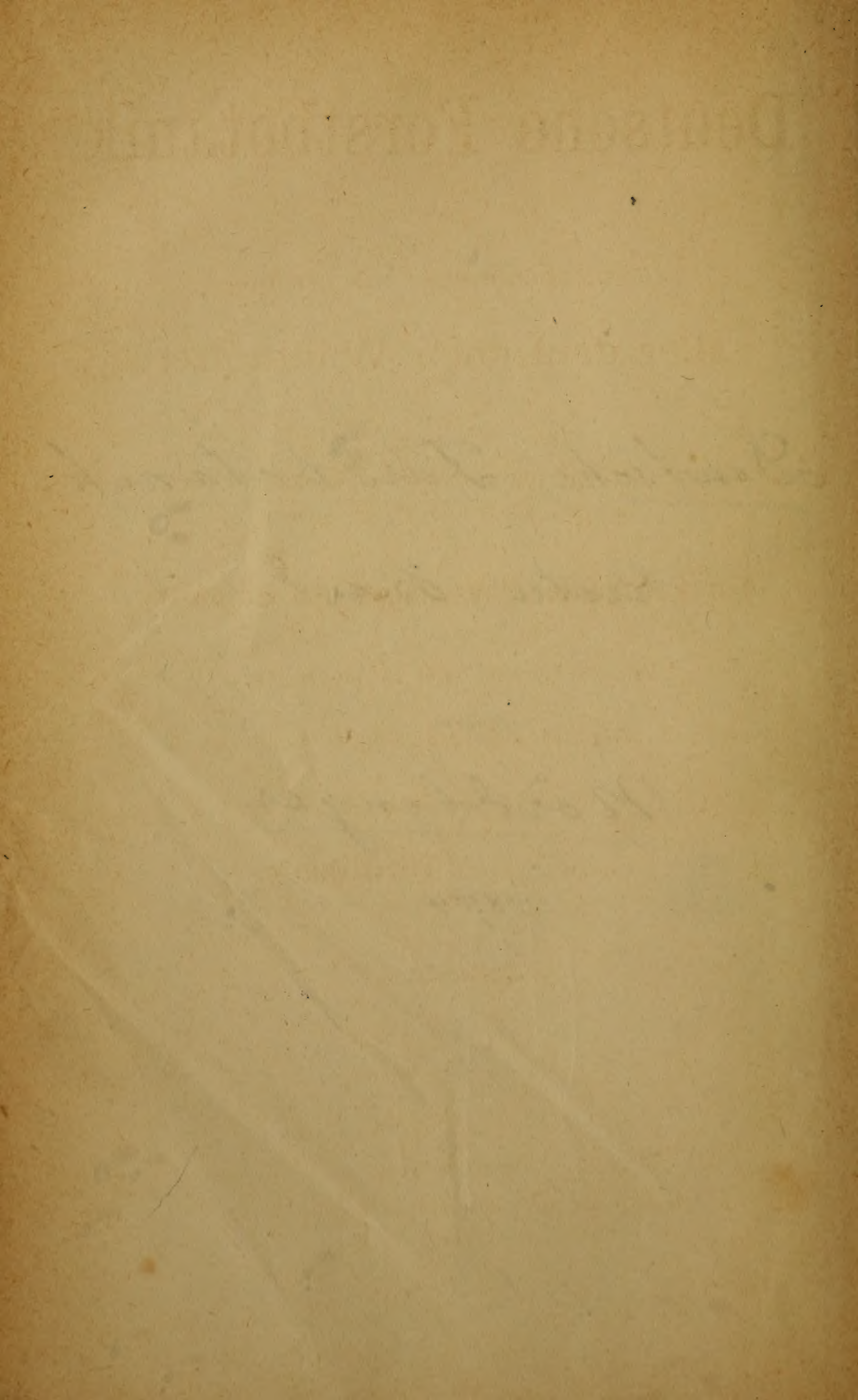
Deutsche Forstbotanik.

Erster Band.

von

Nördlinger.

1874.



Deutsche Forstbotanik

oder

forstlichbotanische Beschreibung

aller deutschen Waldhölzer

sowie

der häufigeren oder interessanteren Bäume und Sträucher unserer Gärten und Parkanlagen.

Für Forstleute, Physiologen und Botaniker.

Mit mehreren 100 Holzschnitten

gestochen von **Allgaier & Siegle** nach Zeichnungen von **E. Süs.**

Herausgegeben von

Forstrath Dr. **Nördlinger,**

Professor der Forstwirthschaft an der Akademie Hohenheim.

Erster Band.

Stuttgart.

Verlag der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

1874.

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart.

Vorwort.

Wir besitzen bereits treffliche Werke über Forstbotanik. Ich nenne von älteren nur Bechsteins Forstbotanik, von neueren die ausgezeichneten forstlichen Kulturpflanzen Th. Hartigs, Karl Kochs Dendrologie und aus jüngster Zeit Willkomms forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich.

Nichts destoweniger wurde in der forstlichen Literatur immer wieder der Wunsch nach einer neuen Forstbotanik ausgedrückt.

Vermuthlich weil keines der angegebenen Werke sämmtliche Hauptbedingungen erfüllt, welche an ein Lehrbuch der „Forstbotanik“ zu stellen sind. Als solche liess mich der Unterricht in letzterer viererlei erkennen.

Einmal einen allgemeinen Theil, eine Art forstlicher Dendrologie.

Sodann bei dem die Baum- und Straucharten beschreibenden speziellen Theil eine vom Standpunkte des Forstmanns getroffene Auswahl und Beschreibung der wildwachsenden sowohl als der in Anlagen vorkommenden fremdländischen Arten.

Drittens, soweit möglich, einfache Nomenklatur.

Endlich viertens die für den Autor überaus schwierige und sein Werk vertheuernde Illustration.

Ob ich bei Beobachtung dieser Postulate überall das richtige Mass eingehalten, darüber muss das Leserpublikum entscheiden. Ich bin in dieser Beziehung auf Tadel gefasst. Ueberdiess heist ja der eine viel was der andre wenig. *Quot homines, tot sententiae.*

Die Kostspieligkeit der unvermeidlichen Abbildungen hielt mich ab, in einem kleinen dritten Band auch die Forstunkräuter zu behandeln. Vielleicht erlaubt die Zukunft dem Mangel abzuhelfen.

Schliesslich noch eine Bemerkung in Betreff der Illustrationen des zweiten Bandes. Raumersparniss und Geschmackes halber setzte ich häufig Zweige mit Knospen und solche mit Blättern oder Blüten zu einem Bilde zusammen. Man darf sich erstere nur als erfroren denken, um den Vorwurf des Anachronismus zu beseitigen. Wo ein solcher wirklich vorhanden schien, wurde der betreffende Pflanzentheil durch einen Schnitt vom Pflanzenkörper getrennt gezeichnet.

Hohenheim, im August 1874.

Nördlinger.

Inhaltsübersicht des ersten Bandes.

V. Erscheinen, Beruf, Dauer und Ableben der Blätter.

Ausbruch des Laubes: bei verschiedener Frühlingswärme, S. 36; im Süden, nach Freilagen, S. 37; nach Boden, Holzart, S. 38; nach Individualität, Alter etc., S. 39; rothe Farbe beim Austreiben. **Entwicklung** der Blätter abhängig von Reichlichkeit der Nahrungssäfte, S. 40; nach Licht, Grund oder Spitze, Schwerkraft, S. 41; ihre Stellung am Schosse. Metamorphose von Schuppen und Blättern. Das Blatt ein Individuum. **Thätigkeit:** problematische Dunsteinsaugung, S. 42; Wasserausscheidung an Blättern und Knospen, S. 43; Schmachten im Sommer. Der Stamm als Wasserbehälter (S. 44) speist die Blätter mittelst der Holzzellbündel der Stiele. Vertheilung des Wassers in der Blattfläche. Dünstungsthätigkeit, abhängig von Spaltöffnungen, innerem Bau, Epidermis, Alter, Wurzelaufnahme, S. 45; vom Salzgehalt des Saftes, Temperatur des Bodens, Licht, Wärme, S. 46; wechselnd mit der Tageszeit. Saftverarbeitung. Der eingedickte Saft geht durch das Siebfasergewebe der Blätter nach dem der Rinde, S. 47; er hilft über ihnen stehende Blätter und Stengel ernähren, liefert Material zum Holzring. **Lebensdauer** der Blätter (S. 48), wechselnd nach Holzart, Licht- oder Schattenbedürfniss und Stand zur Sonne, Länge des Sommers, S. 49, Milde des Winters, S. 50, herbstlichen Temperaturschwankungen, Saftzufluss, S. 51, Düngung oder Nahrungsmangel, Luft (S. 52)- und Bodentrockenheit oder -feuchtigkeit, Ringelung des tragenden Stamms oder Astes, S. 53; mechanische Verletzungen, Minirkerfe, Pilze, S. 54; Einfluss von Individuum und Baumestheil, S. 57; von Stärke der Verdickung des letztern und Alter. Besonderheiten durch Verfärbung vom Rande zum Hauptnerv, S. 58; von diesem zum Rand, oder zerstreut. Farbe der ablebenden Blätter gewöhnlich gelb, S. 59; rothe Färbung, S. 60; deren Entstehung, S. 62; äussere Einflüsse darauf, zumal Sonnenstrahlen und Herbstfröste, S. 63; ungenügende Saftzufuhr, S. 64; Verletzungen, Alter, S. 65; Dunstgehalt der umgebenden Luft, Widerspruch in der Anordnung von Roth, Grün, Gelb, S. 66; Modalitäten der herbstlichen Färbung bei verschiedenen Holzarten, S. 67; vorübergehende rothe oder braune Winterfärbung von immergrünen Holzarten, S. 68. **Ableben** der Blätter erst mit der Bräunung eintretend; ihr Hängenbleiben oder Abfallen. Influirende Umstände, S. 70; physiologischer Vorgang bei der Ablösung der Blätter, S. 71.

VI. Saftbewegung im dikotylen Baum.

1) **Aufsteigender Strom.** Hebende Kräfte: Wurzelsaftdruck, S. 73; leitendes Gewebe, S. 74; Schwankungen im Saftdruck und innere bedingende Umstände, S. 75; äussere influirende Umstände, Wärme und Frost,

VII. Ernährung der Holzgewächse.

VIII. Entwicklung des Baumes.



I. Benützte Literatur.

Wohlbegründeter Versuch der Universalvermehrung aller Bäume u. s. w. von G. A. Agricola. Regensburg 1716.

Die Koniferen nach Lambert, Loudon und Anderen frei bearbeitet von Franz Antoine. Mit Abbildungen. Wien, Beck'sche Universitätsbuchhandlung, 1840.

Forstbotanik oder vollständige Naturgeschichte der deutschen Holzgewächse u. s. w., von Dr. Matthäus Bechstein. Vierte vermehrte und verbesserte Auflage. Gotha 1821. Henning's Buchhandlung.

Theoretisch praktisches Handbuch der Forstbotanik und Forsttechnologie von Dr. Moriz Balthasar Borkhausen. Giessen und Darmstadt, bei G. F. Heyer, 1800 und 1803. 2 Bde.

Recherches sur la croissance du pin sylvestre dans le nord de l'Europe, par A. Bravais et Ch. Martins. Extrait du tome XV des Mémoires de l'Académie Royale de Bruxelles. Chez M. Hayez.

Versuch einer vollständigen Geschichte vorzüglicher Holzarten, von Fr. Aug. Ludw. von Burgsdorf. Berlin 1783, bei Joachim Pauli.

Säen und Pflanzen nach forstlicher Praxis von Heinrich Burckhardt. Vierte Auflage. Hannover, Karl Rümpler, 1870.

Géographie botanique raisonnée, par A. de Candolle. Paris, librairie de V. Masson; Genève, librairie allemande de Kessmann, 1855.

Naturbeobachtungen über die Bewegung und Funktion des Saftes in den Gewächsen, mit vorzüglicher Hinsicht auf Holzpflanzen, von Heinrich Cotta. Weimar, Hoffmann'sche Buchhandlung, 1806.

Curtis's Botanical Magazine, by John Sims and W. H. Hooker. London, Sherwood. 1787 etc.

Anleitung die Holzpflanzen Deutschlands an ihren Blättern und Zweigen zu erkennen. Von Friedr. Jak. Dochnahl. Nürnberg, Verlag von W. Schmid, 1860.

Lehrbuch der Botanik für Forstmänner, nebst 3 Tabellen zur Bestimmung der Holzgewächse Deutschlands und der Schweiz, von D. E. Ph. Döbner. 3. Auflage. Aschaffenburg, Verlag von C. Krebs, 1865.

Nouveau Duhamel, ou traité des arbres et arbustes que l'on cultive en France en pleine terre par Duhamel, rédigé par J. L. A. Loiseleur Deslongchamps et E. Michel. Paris, chez E. Michel, 1819.

Die Harbke'sche wilde Baumzucht theils nordamerikanischer, theils einheimischer Bäume, Sträucher und strauchartiger Pflanzen von D. Johann Philipp du Roi. Braunschweig, Waisenhausbuchhandlung, 1771.

Der gegenwärtige Standpunkt der Mykologie, mit Rücksicht auf die Lehre von den Infektionskrankheiten, von Dr. Eduard Eidam. 2. Auflage. Mit 72 Holzschnitten. Berlin 1872. Verlag von H. E. Oliven.

Deutschlands Forstkulturpflanzen, beschrieben von Ferdinand Fiscali. Zweite verbesserte Auflage. Wien und Olmütz, E. Hölzel's Verlagsexpedition, 1858.

Katechismus der Forstbotanik, von H. Fischbach. 2. Auflage des Katechismus der Forstbotanik von J. V. Massaloup. Leipzig, Verlag von J. J. Weber, 1862.

Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung von A. Griesebach. I. u. II. Leipzig, Verlag von W. Engelmann, 1872.

Guimpel, Willdenow und Hayne, Abbildung der deutschen Holzarten. Berlin 1815 bis 1820.

Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Baumrinde, von D. J. Hanstein. Berlin, Verlag von G. W. F. Müller, 1853.

Lehrbuch für Förster von Dr. G. L. Hartig. 10. Auflage von Dr. Theodor Hartig. Stuttgart, J. G. Cotta'scher Verlag, 1861.

Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Beiträge zur Mykologie und Phytopathologie für Botaniker und Forstmänner von Dr. Robert Hartig, Professor der Botanik u. s. w. Mit 6 lithogr. Tafeln. Berlin, Verlag von J. Springer, 1874.

Manuel général des plantes, arbres et arbustes par Jacques et Herincq. Paris, chez Dusacq, librairie agricole.

Synopsis der Nadelhölzer von Dr. J. B. Henkel und W. Hochstetter. Stuttgart, J. G. Cotta'sche Buchhandlung, 1865.

Die Ziergehölze der Gärten und Parkanlagen. Ein Handbuch für Gärtner, Baumschulen und Gartenbesitzer, Forstmänner u. s. w. von H. Jäger. Weimar, B. F. Voigt, 1865.

Bemerkungen über die Wälder und Alpen des Bernerischen Hochgebirgs. Ein Beitrag zur Bestimmung der Vegetationsgrenze schweizerischer Holzarten, von Karl Kasthofer. 3. Aufl. Aarau, H. R. Sauerländer, 1818.

Dendrologie. Bäume, Sträucher und Halbsträucher, welche in Mittel- und Nordeuropa im Freien kultivirt werden, kritisch beleuchtet von Karl Koch. I. Die Polypetalen 1869. II. Die Mono- und Apetalen 1872 und 1873. Erlangen, Verlag von F. Enke.

Synopsis florae germanicae et helveticae auctore G. D. J. Koch. Editio secunda. Lipsiae, sumptibus Gebhardt et Reisland. MDCCCXLIII.

Die Eichen Europa's und des Orients, beschrieben von Dr. Theodor Kotschy. Wien und Olmütz, E. Hölzel's Verlag, 1862.

Arboretum et fruticetum britannicum, or the trees and shrubbs of Britain, native and foreign, hardy and half-hardy, by J. C. Loudon. Second edition. London, H. G. Bohn, 1854.

Flore forestière. Description et histoire des végétaux ligneux qui croissent spontanément en France etc. par M. Auguste Mathieu. 2me édition revue et augmentée. Nancy, chez N. Grosjean; Paris, chez Bouchard-Huzard, 1860.

Ueber nordamerikanische Bäume und Sträucher als Gegenstände der deutschen Forstwirthschaft und der schönen Gartenkunst, von Friedr. Casimir Medicus. Mannheim, bei Schwan und Götz, 1792.

Forsthandbuch oder Anleitung zur deutschen Forstwissenschaft, von L. W. Medicus. Tübingen, J. G. Cotta'sche Buchhandlung, 1802.

Histoire des Chênes de l'Amérique par André Michaux. Paris, Imprimerie de Crapelet, 1801.

Histoire des arbres forestiers de l'Amérique septentrionale par Fs André Michaux. Paris, chez l'auteur, 1810.

Dissertation sur les feuilles vertes et colorées et les rapports de la chlorophylle et de l'érythrophylle par Edouard Morren. Gand, Imprimerie et lithographie de C. Annoot-Braeckmann, 1858.

The Genera of North American Plants and a catalogue of the species to the year 1817. By Thomas Nuttal, F. L. S. 2 Vol. Philadelphia 1818.

Die deutsche Holzzucht, begründet auf die Eigenthümlichkeiten der Forsthölzer und ihr Verhalten zu dem verschiedenen Standorte. Letztes Werk von Dr. W. Pfeil. Leipzig, Baumgärtners Buchhandlung 1860.

Die Rostpilzformen der deutschen Koniferen. Besonders abgedruckt aus den Abhandlungen der Naturf.-Gesellschaft zu Halle, von Dr. Max Reess. Bd. XI. Halle, Druck und Verlag von H. W. Schmidt, 1869.

Icones florae germanicae et helveticae auctoris L. Reichenbach. Lipsiae, Hofmeister 1834—54.

Forstbotanik von Dr. Joh. Ad. Reum. 3. Aufl. Dresden und Leipzig, Arnold'sche Buchhandlung, 1837.

Madeira und Tenerife mit ihrer Vegetation, von Dr. H. Schacht. Berlin, Verlag von G. W. F. Müller, 1859.

Der Baum. Studien über Bau und Leben der höhern Gewächse, von Dr. Hermann Schacht. 2. Auflage. Berlin, Verlag von G. W. F. Müller, 1860.

Ueber Pflanzenverbänderung. Eine physiologisch-botanische Abhandlung, als Dissertation bei der philosophischen Fakultät der Universität Breslau eingereicht und vertheidigt von Ottokar Schiewek. Breslau, F. W. Jungfer'sche Buchdruckerei, 1867.

Die Kulturpflanzen Norwegens, mit einem Anhange über die alt-

norwegische Landwirthschaft, von Dr. F. C. Schübeler. Christiania, gedruckt bei Brogger und Christie, 1862.

Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns nach den Grundsätzen der Pflanzengeographie u. s. w., geschildert von Otto Sendtner. München, Literarisch-artistische Anstalt, 1854.

Die Vegetationsverhältnisse des bayerischen Waldes, von Otto Sendtner (W. Gümbel und L. Radlkofer). München, Literarisch-artistische Anstalt, 1860.

Lehrbuch der forstlichen Botanik von Dr. Ferd. Senft. Jena, Druck und Verlag von F. Mauke, 1857.

Histoire naturelle des végétaux. Phanérogames. Par M. E. Spach. Atlas. Paris, Librairie Roret, 1846.

Die mikroskopischen Feinde des Waldes. Naturwissenschaftliche Beiträge zur Kenntniss der Baum- und Holzkrankheiten für Forstmänner und Botaniker, von Dr. M. Willkomm. I. Heft. Dresden, Schönfeld's Buchhandlung, 1866.

Forstliche Flora von Deutschland und Oesterreich, bearbeitet von Dr. M. Willkomm. Leipzig und Heidelberg, Winter'sche Verlagsbuchhandlung, 1872.

Der Baum. Betrachtungen über Gestalt und Lebensgeschichte der Holzgewächse, von Dr. Albert Wigand. Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1854.

Der schweizerische Gebirgsförster, von Heinrich Zschokke. 2 Theile. Basel und Aarau, Flick'sche Buchhandlung, 1806.

Charakteristik der deutschen Holzgewächse im blattlosen Zustande, von Dr. J. G. Zuccarini. München, Literarisch-artistische Anstalt, 1829.

Ausserdem in der periodischen Literatur erschienene Abhandlungen, welche betreffender Orte angeführt sind.

II. Elementarbau der (dikotylen) Bäume.

1) Kleinste Theile des Holzkörpers.

Die Gewebe welche die dikotylen Bäume zusammensetzen, zeigen grosse Uebereinstimmung. Die riesenhafte Wellingtonia und der Zwergwachholder, die grösste Baumweide und die krüppelhaften Gletscherweiden haben dieselben Elementarorgane.

Wir wollen zunächst unterscheiden kurzzelliges, kurzbrüchiges Gewebe, Parenchym. Es tritt auf als weiches oder hartes Mark, als Markstrahlen, Markfleckchen, als äussere Schichten der Rinde und als Hauptmasse der Blätter.

Sodann gestreckte Holzzellen (Holzfasern), welche den grössten Theil des festen Holzkörpers bilden.

Sie sind bei den Nadelhölzern in der Regel ziemlich weit und von eigenthümlichem Tüpfelbau ihrer Wandungen, platten sich aber gegen den Umfang der Holzringe ab, dadurch hier eine festere Holzmasse bildend.

Bei den Laubhölzern dagegen lassen sich an ihnen dreierlei Formen unterscheiden:

erstens nämlich die bei vielen Baumarten hauptsächlich den festen, hornigen, äusseren Theil, das Sommer- (und Herbst-) holz der Ringe bildenden dickwandigen, sparsam getüpfelten, bald stärkemehlfreien bald stärkemehlhaltigen Fasern;

zweitens die weitern dünnwandigen linsenräumig getüpfelten stärkemehlfreien Holzfasern des weichern Holzringanfangs, und

drittens die nur bei gewissen Holzarten, z. B. der Eiche,

vorkommenden, auf dem Querschnitte den vorhergehenden ähnlichen, d. h. heller aussehenden, dünnwandigen, stärkemehlführenden Holzfasern, welche, weniger spindelförmig als etwa nach Art auf dem Kopfe stehender Backsteine aneinander gereiht, zwar auch in sparsamer Zahl in Gesellschaft der vorhergehenden zu finden sind, hauptsächlich aber kreisige, gleichsam sekundäre Holzringe darstellende Schichten bilden und daher von Th. Hartig „Schichtgewebe, Schichtzellen,“ von Mohl „Holzparenchym“ genannt werden.

Beide letztern Formen von uns zusammengeworfen unter dem Namen weitmaschigeres Gewebe.

Ausserdem finden wir durch die Holzmasse in verschiedener Weise vertheilt und in abweichender Anzahl, an Grösse bald wenig bald sehr verschieden, die häufig schon für das blosse Auge bemerklichen Holzporen oder Gefässe.

Bei den Nadelhölzern gleich gross, stehen sie zerstreut mehr gegen den Umfang der Holzringe, sind mit Harz erfüllt, welches beim Querschnitte herausquillt, und heissen desshalb „Harzporen.“

Bei den Laubhölzern dagegen pflegen sie eine sehr abweichende Stärke zu haben und nehmen vorzugsweise den Anfang des Holzringes ein. Dabei sind sie hier entweder nicht weiter als auf dem Reste des Holzringes, wie in Kirschbaum, Hasel etc. Oder bilden sie einen reich- und zugleich gröberporigen Anfangsring. Hieher gehörig die desshalb „ringporige“ Hölzer genannten Eiche, Esche, Ulme etc. Ausserhalb dieses Porenrings oder, wo ein solcher fehlt, durch den ganzen Holzring vertheilt, bei verschiedenen Holzarten in mannigfaltiger Gruppirung oder einzeln zerstreut und von abweichender Anzahl die übrigen Poren des Rings. Ihre Zahl und Grösse gegen das Ende desselben meist abnehmend.

Bei einigen Laubholzarten, hauptsächlich jedoch in der Rinde, finden sich sogenannte Lebenssaftgefässe, d. h. durch Verzweigungen unter sich netzförmig verbundene, einen gefärbten Milchsaft enthaltende Schläuche, die z. B. beim Sumach und namentlich an dessen Wurzel leicht anschaulich

werden, wenn man ein Trumm davon halbgetrocknet mit dem Messer von der äussersten Rindeschicht entblösst.

Aus den vorstehenden wenigen Elementarorganen bauen sich alle Theile des Baumes auf. Wir heben daraus hervor:

Das Mark, welches in der faktischen oder physiologischen Mitte des Stammes und der Aeste zu stehen pflegt, eine stärkere oder schwächere, runde oder eckige, auch wohl hohle *(Lonicera)* Säule bildend. Es erweitert oder verengert sich in den Jahresschossen und Schossgliedern von unten nach oben, unter welchen Umständen das eine oder das andere, wäre noch näher festzustellen. Es besteht bei der einen Holzart aus weitem weichen, mit dem blossen Auge sichtbaren, bei der andern aus klein- und festzelligem, öfters auch gemischten Gewebe, welches häufig, sich mehr oder minder ändernd, in die Markstrahlen übergeht und sich dadurch mit der Rinde in Verbindung setzt.

Diese Markstrahlen, von dem Glanze den sie auf der Spaltfläche des Stammes zeigen, auch „Spiegel“ genannt, erscheinen auf der Wölbfläche als mehr oder weniger lange Striche. Die kleinen Markstrahlen bestehen nur aus einer oder einigen Zellreihen und verlieren sich häufig auf ihrem Wege, während die grossen oder Hauptmarkstrahlen aus einer namhaftern, oft grossen Zahl Zellreihen zusammengesetzt, ununterbrochen vom Marke bis zur Rinde zu verlaufen pflegen.

Bei Erle, Haine und Hasel sind scheinbar „grosse Markstrahlen“ vorhanden. Sie bestehen aus radialen Streifen porenlosen Holzgewebes, in welchem nicht mehr eigentliche (kleine, schmale) Markstrahlen verlaufen als im übrigen Holzkörper.

Ein Theil der Nadelhölzer (Föhre, Lärche, Fichte) hat neben schwachen, soliden, auch stärkere Markstrahlen, die in ihrem Verlaufe von der Markröhre nach der Rinde einen Harzgang bergen, der sich, wie sie selbst, in die Rinde fortsetzt.

v. Gernet (Xylologische Studien, Moskau 1861, über den Bau u. s. w. S. 39) berichtet nach Mirbel, Medicus und Mohl, dass mehrere Dikotylenstämme, wie *Periploca graeca*, *Cuphaea volubilis* u. s. w. keine Markstrahlen besitzen. Ohne die mikroskopische Thatsache bestreiten zu

wollen, bemerken wir nur, dass bei *Periploca* sich radiale Zellreihen finden, welche sich in die Rinde fortsetzen, und dass man auch auf der Spaltfläche Zellplatten sieht, die an die sonstigen Markstrahlen erinnern.

Markfleckchen nennen wir bald in der Mitte, bald gegen den Umfang der Holzringe häufigere, aus weichem Markgewebe bestehende oft mondsichelförmige, namentlich in der Umgebung der Markröhre zu findende Fleckchen (Th. Hartigs Holzparenchym, Markwiederholungen Rossmässlers), welche, auf der Wölbfläche des Holzes verfolgt, als mannslang im Stamme sich erstreckende, da und dort sich gabelnde Bänder erscheinen. Sie gehen bei der Birke ziemlich weit in die Wurzel hinab, wo sonst das Mark fehlt. Bei der Eiche pflegen sie im gewöhnlichen Stammholze zu fehlen. Wir finden sie aber häufig sehr lang, sich vielfach kreuzend, nur schmal, in den Ausschlägen des Eichenschälwaldes.

Die Markfleckchen hören öfters vor dem umgebenden Holz auf Saft zu leiten und verfallen dann der Fäulniss zuerst (Weissdorn). Am Stock einer kurz vorher gefällten Birke dagegen sahen wir im Februar 1863 auf der sonst abgetrockneten Hiebsfläche von den Markfleckchen gegen die Markröhre nasse und daher dunklere Streifen verlaufen, was auf grössere Saftleitungsfähigkeit dieses Gewebes hindeutet.

Unter Gefässbündeln kann man die gruppenweise stehenden, oft zu Dutzenden vereinigten Gefässe (Röhren, Poren) verstehen welche bei Kreuzdornarten, Eichen, Bohnenbaum und andern Hölzern vorkommen und bei erstern ungemischt, bei Eichen, Bohnenbaum aber umgeben und gemengt sind mit weitmaschigerem, sich von der übrigen Holzmasse unterscheidenden Gewebe.

Schacht nennt Gefässbündel die bei der Bildung des Holzringes alljährlich sich zwischen Holz und Rinde einschiebenden, seitlich durch ein paar Markstrahlen begrenzten Holz- und Bastmassen. Bei dieser Definition wird es unmöglich von den Gefässbündeln des Holzkörpers allein zu reden.

Will man Gefässbündel nicht, wie wir, einfach ein Bündel von Gefässen (Poren) heissen, so dürfte es am besten sein,

darunter einen nach Natur des gegebenen Falles beliebig dicken, beliebig begrenzten Strang eine Gruppe bildender Holzzellen (-fasern) und Holzröhren (Gefässe, Poren) zu verstehen.

Bei den nur heissern Ländern angehörenden Palmenarten stehen auch die gestreckten Holzzellen in, obschon nicht grossen, Bündeln (Fig. 1) zerstreut. Bei den Farnkräutern bilden sie festungsartige Zeichnungen (Fig. 2). Bei der grossen Mehrzahl

Fig. 1.

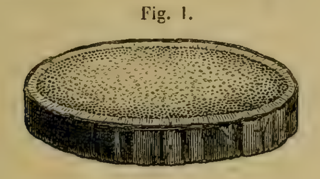
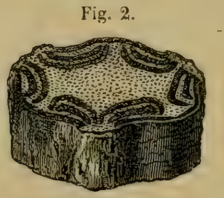


Fig. 2.



der Hölzer aber, zumal der europäischen, legen sich die Holzzellen in konzentrischen Ringen ab, die den Jahren entsprechen welche der Baum durchlebt (Fig. S. 137) und bei den einzelnen Baumarten verschiedene kleinere Merkmale des Baues zeigen.

Diese Jahres- oder Holzringe sind entweder kreisig gerundet oder bilden bogenförmige Vorsprünge oder Einsenkungen zwischen den Markstrahlen (Buche, Waldrebe). Ihre Grenze wird bei den Laubhölzern ausser durch Kleiner- und Sparsamerwerden der Poren, häufig durch eine schmale abweichend gefärbte Linie vom Umfange des Baums nach seiner Mitte zusammengedrückter Holzzellen (Breitfasern) angezeigt. Sie fällt meist um so mehr ins Auge, als sie an den porösesten, den Frühlingstheil des darauf folgenden Holzringes stösst.

Die Holzringe bestehen nämlich in der Regel aus einem poröseren und weicheren im Frühling und Vorsommer (Frühlingsholz) und einem massigern, härtern im Sommer entstandenen Theile (Sommerholz).

H. de Vries zu Würzburg theilt im Naturforscher, Jahrgg. 5, 1872, Nr. 40, S. 382 vorläufig mit dass, nach von ihm angestellten Versuchen mittelst Einschnürung von Zweigen, das breitzellige „Sommerholz“ des Jahresrings vom Drucke der einschnürenden Rinde herrühre. Diesen Einfluss der Rinde gänzlich in Abrede zu ziehen, ist ohne Kontroleversuche nicht erlaubt. Offenbar sind noch andre Momente im Spiele. Wäre aber

Druck der Rinde ein vorwiegender Grund, so müssten die Holzringe am Stamme dort am meisten Sommerholz zeigen, wo die Rinde demnächst wird rissig werden. Ferner müssten in Folge von Rinderissen entstehende Ausbauchungen des Holzrings, Ueberwallungswülste u. dergl. weniger Sommerholz zeigen als der übrige Baumkörper. Die Tanne mit ihrer geschlossenen Rinde liesse mehr Herbstholz erwarten als die leicht aufreissende Fichte. Was alles wir nicht finden können. Warum sodann bestehen auf Gebirgsjochen langsam erwachsende Fichten und Tannen beinah ganz aus Sommerholze? Wie erklärt sich aus Rindedruck, dass in den Holzringen der Wurzel von Nadelhölzern abwechselnd Holzringe sich finden, die bald nur mit einigen, bald mit einem dicken Gürtel von Breitzellen versehen sind, ungefähr wie das ebenfalls mit gewöhnlichen und breitzelligen Schichten ungemein abwechselnde Holz eines neuholländischen Nadelholzes *(Podocarpus spinulosus)*? Wie endlich, dass auf der Unterseite der Nadelholzäste meist der grössere Theil der Ringe, nicht selten fast die ganzen Ringe aus Herbstholz bestehen? Endlich ist überhaupt nicht zu begreifen, warum die Rinde im Herbste stärker einschnüren soll als im Frühling. Eher möchte man vermuthen, dass wegen geringeren Saftgehalts im Sommer und Herbste die Zellen dem Rindedrucke weniger zu widerstehen vermögen als im Frühling. Damit stimmten wenigstens die Scheinringe überein, die sich bei Nadelhölzern manchmal im Sommer ausbilden (S. 170).

Besonders reichlich bildet sich rothes Sommerholz auf der Unterseite der Aeste, auch an Theilen des Baumes, welche durch Ausästung oder Freistellung der Sonne besonders ausgesetzt, entstanden. Oft sind an Föhren die vom Schluss ins Freie zu stehen kamen, einseitig die breitesten exzentrischen Ringe fast ganz rothes Holz.

Was die Laubhölzer betrifft, wo es schwieriger ist mit der Lupe sich Rechenschaft über die Verdichtung des Herbstholzes zu verschaffen, finden wir im Gegensatze zu der Angabe von de Vries wenigstens im Ueberwallungswulste die Poren allgemein sparsamer und kleiner vorhanden.

Jeder Jahrgang erzeugt in unserem Klima einen Holzring, welcher mit oder etwas vor dem Ausbrechen der Blätter im Frühling beginnt und sich im Sommer abschliesst. Bei einem Theile der Bäume südlicher Länder entspricht der Winterruhe unserer Bäume die trockene Jahreszeit.

Dass zur Ausbildung der Deutlichkeit von Holzringen ein

Abschluss der Blätterzweige durch Knospen nicht nöthig ist, sieht man an dem Feigenbaum, wo Wachsthumsminderung und Stillstand ohne Ausbildung von Knospen stattfinden. Theilweise haben auch tropische Bäume ganz deutliche Jahresringe. In andern sind dieselben gar nicht vorhanden oder nur zu ahnen. Bei einer weitern Anzahl derselben finden sich aber auch auffallende Ringe die keine Jahresringe sind, vielmehr an einzelnen, oft sparsamen Stellen deutlich in einander übergehen *(Avicennia)*.

Die Ringhölzer zerfallen in Nadel- und in Laubhölzer.

Die Nadelhölzer zeichnen sich durch einfachen Bau aus, insofern sie neben den Markstrahlen nur aus schwammigem, linsenräumig getüpfelten Holzgewebe bestehen, welches bei einer Anzahl Nadelhölzer sparsam zerstreut, Harzporen zeigt. Die Holzzellen pflegen gegen den Umfang der Holzringe platt und oft sehr platt zu werden, wie schon oben S. 9 gesehen.

Die Laubhölzer mit ihrem dichtern Gewebe und grosser Anzahl von Poren zeigen ihre Ringe theilweis ebenfalls dadurch an, dass ein Theil ihrer Holzzellen gegen den Umfang platter, dichter gedrückt ist. Solches kann jedoch ohne Mikroskop kaum bemerkbar sein. Als erwünschte Beihülfe zur Erkennung der Ringgrenzen erscheint alsdann, z. B. bei Ahorn, die schon, wenn auch nur am äussersten Rande des Holzrings zu beobachtende, berührte Abnahme der Porendurchmesser. Beide Merkmale häufig gesteigert durch entgegengesetzten Karakter des darauf folgenden Ringanfangs mit Linie oder Binde zahlreicherer gewöhnlicher oder ungewöhnlich starker Poren (Hasel, Kreuzdorn, Ulme, Eiche etc.).

Viele Laubhölzer heisser Länder zeigen leicht unterscheidbare Holzringe nicht. Der Einfluss des Klima's auf Deutlichkeit oder Undeutlichkeit derselben dürfte sich am ehesten an Baumgattungen studiren lassen, deren Arten theils in kälterem, theils in wärmerem Klima erwachsen. Zu berücksichtigen wäre dabei Permanenz oder Abfälligkeit der Blätter. So haben die Feigenbäume Neuhollands keine Jahresringe, während sie der

europäische Feigenbaum greifbar zeigt. Derselbe Unterschied besteht zwischen brasilianischen und unsern hiesigen oder den nordamerikanischen Nadelhölzern *(Podocarpus* und *Pinus).* Einige Laurusarten heisser Länder haben keine deutlichen Ringe, solche finden sich aber bei einigen chinesisch-japanischen, sowie europäischen und nordamerikanischen Arten. Unsere deutschen Eichen mit ihren hinfälligen Blättern zeigen sammt und sonders stark entwickelte Holzringe. Auch die Zeeneiche und *Quercus pseudosuber*, d. h. afrikanische Arten mit einjährigen Blättern zeigen deutlich porenringiges Holz. Die ächte (mittelländische) Korkeiche mit mehrjährigen Blattgenerationen hat kaum geschiedene Holzringe, die aquitanische Abart dagegen mit nur einer ältern Laubgeneration hat sehr stark geschiedene, wie unsere gemeinen Arten. Es scheint also, dass die Permanenz der Blätter der deutlichen Ringscheidung entgegen, ihre jährliche Hinfälligkeit derselben günstig ist.

Sanio (Botanische Zeitung 1863, S. 393 und 1864, S. 225) fand am Holz eines im Gewächshaus erzogenen Olivenbaums nur mit Hilfe des Mikroskops ganz undeutliche, an einem von der Insel Sardinien herrührenden im Freien erwachsenen dagegen schon dem blossen Auge sichtbare Jahresringe. Nun finden wir aber im südlichen Europa natürliches Olivenholz mit sehr undeutlichen wie mit deutlichen Jahresringen, und dadurch wird es zweifelhaft ob die Undeutlichkeit jener im Gewächshaus entstandenen Holzringe dem Einflusse des letzteren zuzuschreiben sei. Aus demselben Grunde wagen wir den Mangel deutlicher Holzringe im Stamm einer im Kalthause zu Stuttgart erwachsenen Korkeiche nicht dem Gewächshause zuzuschreiben und wünschten dass Meyens Angabe (Pflanzenphysiologie I, S. 362.), wonach Rosen, in Gewächshäusern erzogen, ebenfalls keine Holzringe anlegten, wiederholt geprüft würde.

Die Fasern und Poren der Holzringe verlaufen gewöhnlich parallel oder wenigstens annähernd parallel der Achse des Baumes oder Zweiges. Es gibt jedoch Fremdhölzer bei denen eine auffallend schiefe Anlagerung der Elemente des Holzringes bemerkbar wird, und überraschender Weise können diese Elemente nach Th. Hartigs [1] Beobachtung bei Pockholz, auch *Pterocarpus*

[1] Botanische Zeitung, 17. Jahrg. 1859, S. 109.

und andern in auf einander folgenden Jahreslagen abwechselnd rechts und links gedreht sein. (Siehe unten Drehwuchs.)

Ausser den soeben namhaft gemachten Unterschieden der Holzarten im Bau der Jahresringe lassen sich in den meisten Fällen noch aus der besondern Art der Vertheilung der übrigen Poren des Rings und dem Mangel oder Vorhandensein verschiedenartig geordneten weitmaschigeren Gewebes eine grosse Zahl diagnostischer Nebenmerkmale ableiten. (Ahorn, Buchs, Waldrebe, Eiche, Esche, Kreuzdorn.)[1]

Die Elementarorgane des Holzkörpers erleiden in dessen einzelnen Theilen nicht unwesentliche **Abänderungen.**

Die Hauptwurzel, welche häufig senkrecht nach der Tiefe dringt, zeigt noch am meisten Uebereinstimmung in Beschaffenheit und Anordnung der kleinsten Theile mit denjenigen des Stammes. Das Mark der Hauptwurzel pflegt, wenn auch in bescheidenerem Verhältnisse für das blosse Auge sichtbar, ihre Holzringe konzentrisch zu sein. Die Härte der sogenannten „Steinzellen" des Basts, wie wir sie bei mehreren Holzarten am Stocke finden, nimmt nach der Wurzelspitze hin eben so ab wie am Stamme hinauf. Bei Nadelhölzern trifft man zuweilen rothe Markgewebsringe, wie sie sich im Stamme leicht in Folge von Frostbeschädigungen zeigen. Markfleckchen sind in ihr wie in einem Theile der starken Nebenwurzeln noch vorhanden.

Die seitlichen Wurzeläste, die Hauptmasse des unterirdischen Baumtheiles aber besitzen kein oder wenigstens ein kaum sichtbares, auf dem Querschnitte höchstens punktgross entwickeltes Mark.

Ihre Markstrahlen sind je nach Holzart und Natur des untersuchten Holzstückes bald schwächer (Birke), bald stärker entwickelt (Eiche) als im Stamm. Ersterenfalles weichen die feinen Markstrählchen, in ihrem Verlaufe sich schlängelnd, den Poren sorgfältiger aus als die stärkern des Schafts. Andern-

[1] Näheres, und statt kostspieliger Illustrationen, sehe man in des Verfassers 50 Querschnitten der in Deutschland wachsenden hauptsächlichsten Bau-, Werk- und Brennhölzer. Stuttgart, 1858. J. G. Cotta'scher Verlag.

falles kann die Masse der Markstrahlen grösser sein als im Stamm und dadurch das Gewicht des Holzes etwas steigern. Solches am meisten auf der engjährigen Seite stärkerer exzentrischer Wurzeln, weniger auf der ausgebauchten, am wenigsten in den vom Stock entfernten runden Wurzeln. Hier beschränkt sich z. B. ihre Zahl zuweilen auf 7 sternähnlich aus einander laufende Haupt- und 2 Dutzend Nebenstrahlen oder auf 5 Hauptstrahlen und anderthalb Dutzend zerrissene kaum als Strahlen anzusprechende, man möchte dem Ansehen nach sagen, misslungene Strahlenkomplexe (Eiche).

Die Holzzellen der Wurzel sind im Allgemeinen weiter und dünnwandiger als im Stamme. So bei Rosskastanie, Erle und andern. Bei einzelnen Baumarten z. B. der Aspe dagegen sind die Holzzellen in Stamm und Wurzeln nicht wesentlich verschieden.

Das weitmaschigere Gewebe, soweit solches bei einzelnen Holzarten vorhanden, ist in der Wurzel noch weitmaschiger als im Stamm *(Juglans alba Mich.)* oder allgemeiner vertheilt (junge Hasel). Bei der Eichwurzel scheinen uns die Schichten weitmaschigeren Gewebes wohl zahlreicher, aber nicht weitzelliger. In der Mitte der Wurzeln, nach Mohl, somit auch im Ganzen der schwachen Würzelchen sind die Holzfasern bedeutend länger als im Stamme. Daher ihre Zähigkeit und Brauchbarkeit zu Flechtwerk.

Die Poren der Laubhölzer können im Wurzelholze sparsamer sein als im Stamm. In der kleinfingerdicken Wurzel einer Hasel waren die etwas stärkeren Poren nur etwa auf ein Drittheil der im Schaft enthaltenen zu veranschlagen. In andern stärkern Wurzeln derselben Holzart, sowie in der Regel bei andern Baumarten pflegen sie zahlreicher zu sein. Breite oder Schmalheit der Holzringe ist dabei im Spiele wie bei den Aesten. Vieljährige daumendicke Eichenwurzeln sehen desshalb meist aus wie ein Sieb.

Ausserdem sind die Poren in kleinen oder im Innern stärkerer Wurzeln, sowie auch auf der engjährigen Seite exzentrischer Wurzeln nicht viel kleiner als in den Porenkreisen

des Stamms. Auf der ausgebauchten Seite dickerer Wurzeln dagegen ist der Anfang der Jahresringe öfters mit angedeutet durch sparsame Poren welche so gross sind als im Stamm. In andern Eichwurzeln sind alle Poren enger und ungefähr von einer Stärke welche die Mitte hält zwischen denen der Porenkreise und denen der Porenschwänze des Stammholzes.

Die Harzporen sind in den Fichtenwurzeln häufiger als im Stamm und bei den Nadelhölzern im Allgemeinen stärker als im oberirdischen Theile. Besonders im Innersten der dünnern Föhrenwurzeln stehen öfters 2 oder 3 sehr starke und in die Augen springende Harzporen, welche bald harzerfüllt, bald leer sind, inmitten der umgebenden von Harz strotzenden schwächern Poren, und, wie wir in den dünnen Wurzelschwänzen mit der Lupe gesehen zu haben glauben, ohne eigentliche Membran und auch nicht von feinzelligem Gewebe umschlossen. Solche starke Harzporen bestimmen öfters einen eigenthümlich hübschen an die Form des Maltheserkreuzes erinnernden Verlauf der Holzringe. Wo die Harzporen sich in einem schmalen Ringe befinden, bildet dieser um sie in der Regel eine kleine aber sehr sichtbare Ausbauchung nach aussen, wie sie an ähnlich schmalen Ringen des Stamms ebenfalls vorkommen dürfte. Oefters findet sich reichliches Harz nicht im Sommerholz an sich, sondern im Kreise der Poren. Ebenso kann das Sommerholz nicht aus platten, obgleich dickwandigern und kleinern Hohlraum enthaltenden Zellen bestehen.

Die Jahresringe der Wurzeln weichen ausserordentlich ab, je nachdem sie an einer Stelle untersucht werden. Die vom Stock ausgehenden Nebenwurzeln sind meist von den Seiten her plattgedrückt und zwar oft so stark, dass sie beinahe so breit sind als der Stamm dick. Das Innerste dieser Wurzeln liegt immer und oft so sehr ausserhalb der Mitte und gegen unten, dass der eine Halbmesser fast die ganze Breite, der kurze auf der andern Seite fast nichts einnimmt. Daher die breiten Ringe die man an Stockholzklaftern bemerkt und welche die grössere Masse derselben bilden können.

Eine junge Eiche z. B. hatte über der Vereinigung der Hauptwurzeln 140 mm Holzdurchmesser, also im Halbmesser 70 mm. Zahl der Holzringe 55, demnach durchschnittliche Ringbreite 1 mm,3. Ein starker Wurzelast dagegen zeigte 119 mm Breitedurchmesser. Hievon kamen 114 mm auf den Halbmesser des ausgebauchten Theils und blos 5 auf den der Schmalseite. Die durchschnittliche Breite der 42 Holzringe auf der ausgebauchten Seite betrug daher 2 mm,7 und selbst wenn wir uns bei der schwierigen Zählung der Jahre um 5 Ringe geirrt hätten, 2 mm,4, also fast doppelt so viel, als im untern Stamme. Dagegen nahmen die 42 Ringe der andern Seite durchschnittlich blos 0 mm,1 ein, und wenn wir die 6 noch regelmässig gerundeten breitern in der Mitte bei Seite setzen, nur 0 mm,025. Von Einzelnunterscheidung der Ringe auf dem beiläufig 1 mm breiten und 36 Ringe enthaltenden Holzstreifchen konnte natürlich keine Rede sein. In Jahrzehnten erwuchs hier eine kaum nennenswerthe Zellenmenge. Auch die anstossende Rinde war auf einer sehr unbedeutenden Entwicklung stehen geblieben.

Engere Ringe dagegen als im untern Stamme müssen die Wurzeln in ihrem weitern Verlaufe haben. Denn in einiger Entfernung vom Stocke sind sie vergleichsweise schon dünn, obgleich von wenig geringerem Alter. Doch spielen auch hier Ausbauchungen und grosse Ungleichheit der Breite der Ringe unter sich eine bedeutende Rolle. Im Allgemeinen sind die Ringe der Wurzeln weit schwerer zu zählen als die des Stammes. Selbst bei Laub- und Nadelhölzern deren Ringzählung in Stamm und Aesten ein leichtes Spiel ist, hat die Zählung in den Wurzeln häufig ausserordentliche Schwierigkeiten. Dutzende von Holzringen können sich hier im Innern oder am Umfang oder auf einer schmalen Seite zu einem oder zu wenigen zusammenziehen. Zählbare Ringe wechseln mit verschwommenen, einfache scheinen wegen täuschender Ringchen weitmaschigern Gewebes doppelte zu sein, und nur selten (Hickory) wird der Mangel eines guten Kennzeichens, wie es im Stamme der Porenkreis ist, in der Wurzel einigermassen ersetzt durch ungewöhnlich dunklere Umfangsgrenze der Ringe.

In den äussersten Theilen der Wurzeln endlich ist der Zwischenraum der sternförmig verlaufenden starken Markstrahlen mit einer solchen Masse unter sich wenig abweichender Poren erfüllt, dass eine Ringzählung schwierig und noch häufiger

ganz unmöglich wird (Eiche, weniger Buche). Bei den Nadelhölzern ist nicht selten der unbedeutende oder fehlende Unterschied zwischen Herbst- und Frühlingsholz das Hinderniss. Während jedoch, wie schon oben angedeutet, stark exzentrische Wurzeln in Bau und Ansehen die grösste Unregelmässigkeit zeigen, findet man doch andrerseits manchmal unter zahlreichen unregelmässigen Wurzeln einzelne mit hübscher Gleichmässigkeit und Deutlichkeit der Ringe.

Die Farbe des Wurzelholzes ist öfters verschieden von derjenigen des Schaftholzes. Bei junger Hasel z. B. ist das Schaftholz blassgrün, das der Wurzel weiss.

Die Aeste, zumal die Gipfeläste, weichen in ihrem Elementarbau vom Stamme weit weniger ab als die Wurzeln. Ihre deutliche Markröhre steht meist nicht ganz in der Mitte, in den schiefen, wagrechten oder gar hängenden Aesten sogar der untern oder obern Seite ziemlich nahe. Die Markstrahlen sind entweder nach Zahl und Stärke wie im Stamme (Eiche), oder zahlreicher als in ihm (Weisserle) vorhanden. Bei mehreren Hainenarten erscheinen sie in den Aesten mitunter nur einfach, während im Stammholze zusammengesetzt und dadurch breit. Die Holzzellen der Aeste zeigen sich im Allgemeinen in den Hauptästen lockerer, dünnwandiger (?) als im Stamm. Die Seitenäste der Nadelhölzer sind in der Regel von engerem festern Zellbau, sommerholzartig, während die in den Seitenästen häufig zu findende Schmalheit der Ringe, z. B. bei Eiche und ähnlich gebauten Hölzern, grosse Porosität und Weichheit verursacht. Die Holzporen können übrigens im Astholze feiner sein als im Stamme (Hainbuche). Auch die Gruppirung derselben ist nicht immer die gleiche, was schon theilweise durch verschiedene Ringbreite sich erklärt. So findet man öfters im Stammholze linienförmig verzweigte Gruppen in den engern Ringen des Astholzes als breitfüssige Strahlen wieder (Hasel). In schmaljährigen Aesten von Eichen und Edelkastanien ist wegen des durch die vielen Porenkreise entstehenden Porenreichthums und Sparsamkeit des Sommerholzes die Stellung der Porengruppen gar nicht mehr zu erkennen.

Die Holzringe unterscheidet man in den Aesten leichter als in dem massigeren Stammholze. Dabei sind sie in der Regel gerundeter als in diesem.

---

2) Kleinste Theile der Rinde.

Die Elementar-Organe woraus die Rinde des Baumstammes zusammengesetzt ist, haben zwar viele Aehnlichkeit mit denjenigen des Holzkörpers, weichen davon indessen manchfach ab.

Ein grosser Theil oder die Hauptmasse der jungen Rinde vieler Holzarten, z. B. der Linde, besteht aus weichem Parenchymgewebe, welches gegen aussen feinkörniger und grün zu sein pflegt, auch durch sein rasches Eintrocknen und Einschrumpfen auffällt. Bei bewaffnetem Auge bemerkt man dass die Zellen woraus dieses Rindeparenchym besteht, peripherisch gelagert sind. Es führt ausser dem allgemeinern Namen Rindeparenchym noch denjenigen von grüner Hülle, Kollenchym (deren äusserster Theil). Gegen innen, also in der Richtung des Holzkörpers, geht das Rindeparenchym, die Bastschicht durchsetzend, allmählich über in die Markstrahlen des Holzes, welche freilich sich von ihm gewöhnlich durch festern Zellenbau unterscheiden.

Gegen aussen ist es bei vielen Holzarten mit einer entweder lederartigen, feuchten, festen und zähen mehr oder weniger blätterigen oder einer mehr trockenen weichen, korkartigen Schicht umgeben, deren Zellen bei gehöriger Vergrösserung sich in radiale Reihen geordnet erweisen (Lederschicht, Korkschicht, Periderm).

Die Oberfläche der Rinde wird von einer durchsichtigen Zellenlage, der sogenannten Oberhaut oder Epidermis gebildet, welche aber schon einige Jahre nach ihrer Entstehung sich in Schülfern abzulösen pflegt.

Korkwarzen oder Lentizellen nennt man korkartige kleine Körperchen, die schon an der ganz jungen Rinde z. B. von

Birke, Hasel, Vogelbeer vorhanden, sich mit und in der vorstehenden Korkschicht entwickeln, auch öfters ohne eine solche vorhanden sind (Stechpalme). Es scheint, dass sie bei fortschreitender Entwicklung des Zweiges sich besonders gern an Stellen ausbilden und vermehren, wo Oberhaut oder Lederschicht in Folge von Rippen oder Weichheit des tieferliegenden Gewebes aufreissen, wie andrerseits das Aufreissen der äussersten Rindetheile nicht selten durch zahlreiche Lentizellen verursacht wird.

An der Innenseite der Rinde, also zwischen Parenchymschicht und Holz, finden sich mehr oder weniger mächtige Bündel oder Lagen gestreckten, zähen, öfters auch mit parenchymartigem Gewebe abwechselnden Fasergewebes, das an Holzfasern oder Holzröhren erinnert, jedoch im Innern der Organe anders gebaut ist und darum von Th. Hartig den Namen Siebfasern, Siebröhren erhalten hat. Sie sind bei einer kleinern Zahl Holzarten begleitet von Lebenssaftgefässen, aus denen beim Durchschneiden ein gefärbter Saft ausfliesst. Den Ring faseriger Organe sammt etwaigen Milchsaftgefässen und den ihn quer durchziehenden Stücken Markstrahlen, welche man beim Ablösen der Rinde zur Vegetationszeit, beispielsweise an einem Ribesstämmchen, sehr hübsch sehen kann, nennen wir die Bastschicht.

Sie ist in ihrem Bau selbst bei einer und derselben Holzart sehr wandelbar. Bei der Eiche auf magerem Boden können die Bastschichten eine dichte aber ziemlich dünnblättrige Lage bilden und einer dünnen Parenchymschichte zur Grundlage dienen. Auf gutem Boden erwachsen pflegt dagegen der Bast sich auf der Innenseite der Rinde kaum mehr als Schicht abziehen zu lassen und sind die Bastfasern zerstreut in einer dicken Parenchymschwarte. Diese enthält alsdann gewöhnlich eine Menge sogenannter Steinzellennester, d. h. Gruppen von äusserst dickwandigen und harten, an Steinchen erinnernden Zellen. An der Kork-, aber auch an der gewöhnlichen Eiche und der Buche erkennt man leicht, dass dieselben im innigen Zusammenhang mit den Markstrahlen stehen, so zu sagen

deren Verlängerungen sind. Was sie freilich nicht hindert an starken Stämmen letztgenannter Holzart öfters unmittelbar unter der grünen Parenchymschicht zu grossen Platten zusammenzuschmelzen, welche auf dem Querschnitte des Baumes als dem Rindeumfange parallele lange Linien erscheinen.

Bei einem Theil der Nadelhölzer, nämlich denjenigen welche harzgangführende Markstrahlen im Holze besitzen, erweitert sich der Harzgang beim Eintritt des Markstrahls in die Rinde. Ausserdem findet sich das Harz in grösseren ausgedehnten vertikalen oft zu Blasen anschwellenden und von harzbereitenden kleinen Zellen eingefassten Lücken im Rindeparenchym. Beim Anschneiden ergiessen sie Harz. Nebenbei endlich zeigen manche Nadelhölzer meist erst mit dem Alter, nur im Rindeparenchym oder wie bei Weymouthsföhre selbst im Bast entstehende, noch kleine kuglige oder linsenförmige, wegen ihres unbedeutenden Inhaltes kein Harz ergiessende Harzlücken.

Die Rinde vieler Laubhölzer enthält mit Gummi oder andern Stoffen erfüllte Lücken. Auch findet sich in der Rinde von Laub- und Nadelhölzern Luft, bei letztern in den Harzgängen neben dem Harze.

Die Fasertheile der Bastschicht pflegen wie diejenigen des Holzkörpers gerad oder leichtgeschlängelt senkrecht zu verlaufen. Ist aber der Holzkörper gewunden (Drehwuchs), so nimmt an dem abnormen Verlauf auch die Bastschicht Theil. Ueberraschender Weise findet man aber in *Avicennia tomentosa*, dass die dem Holzkörper unmittelbar aufliegenden dünnen Bast(?)-schichten den Baum abwechselnd schraubenförmig umwachsen, etwa wie bald rechts, bald links schief aufgelegte zusammengesetzte Blätter einer Palme sich ansehend. (Vergl. S. 13 oben.)

Die R i n d e d e r W u r z e l n ist gewöhnlich dicker als am gleichstarken Stamm. An Nadelhölzern ermangelt sie der am Stamme vorhandenen Harzlücken. Bei der Robinie lösen sich an ihr papierdünne braune Lappen ab, welche an die Schaftrinde von *Spiraea opulifolia* erinnern. Die Lentizellen der Wurzelrinde entwickeln sich weit stärker als am Stamm.

Fingerdicke Wurzeln von Eschen die am Wasser stehen, sind davon öfters fast zur Hälfte bedeckt und ganz rauh. Wird eine dünnere glatte Wurzelrinde vom Lichte bespühlt, so entwickelt sich an ihr unter der dünnen Lederschicht eine kräftige grüne Hülle. Dieselbe, wenigstens ihre Farbe, fehlt an den Wurzeln die rings vom Boden umfangen werden.

Besprechen wir noch kurz

3) den Elementarbau der Hauptanhängsel des Baumkörpers.

Die Zaserwurzeln ähneln in ihrem Bau dem Baumkörper insofern als sie in ihrem Innern von einem Strange gestreckter Holzzellen durchzogen und äusserlich mit zartem parenchymatischen Gewebe bekleidet sind. Meist verästeln sie sich stark und sind von brauner Farbe. Diese ist aber schon ein Zeichen von Abgestorbensein der Rinde oder des ganzen Strängchens. Lebend und fähig Bodensaft einzusaugen, sind nur die längern oder kürzern fleischigen äussersten Verzweigungen. Sie sind dicker, weil noch nicht abgestorben und zusammengesunken. Kürzere oder längere mikroskopische Härchen bedecken sie und helfen ihnen Bodenflüssigkeit aufnehmen, vermitteln auch das feste Ankleben an oder Verwachsensein mit Erdtheilchen. Beim Ausreissen junger Pflanzen, selbst bei Vorsicht und aus lockerem Boden, bleibt meist der grösste Theil dieser eigentlichen Saugorgane zurück. Die Pflanze muss solche alsdann aus den holzigen Theilen von neuem entwickeln.

Auch die Blätter unserer Bäume erinnern durch ihren Bau theilweis an den Stamm. Ihr Stiel ist in eine dünne durchscheinende Oberhaut gehüllt wie die Blattspreite. In seinem Innern findet man eine Rindeschicht, einen Holzkörper mit Poren und Mark in verschiedener Vertheilungsform. Der Holzkörper verzweigt sich oder läuft parallel durch die Blattspreite in Form von sogenannten Nerven und Adern, welche die Vertheilung des durch den Blattstiel zugeströmten Saftes besorgen und ringsum gebettet sind in ein blattgrünreiches,

weiches Gewebe. Dieses ist gegen die Blattoberseite pallisadenförmig gebaut und verleiht derselben seine durchscheinende dunkelgrüne Farbe. Auf der Blattunterseite ist es sehr schwammig, luftreich, daher auch meist von blässerer Farbe. Dieses luftreiche Gewebe der Unterseite steht in leichtester Verbindung mit dem Zellinhalte des übrigen Grüngewebes. Denn sinkt im Frühling die Wärme der Luft auf Null und noch tiefer herab, so sehen wir bei einer Menge Gewächse das Saftwasser des Innern in das luftreiche Gewebe, die Interzellularräume der Blätter treten, ihm das bekannte Ansehen des Verbrühtseins verleihen, bei Erwärmung über Null aber wieder zurücktreten und der Luft Platz machen. Aehnlich verbrüht sehen Blätter aus, wenn sie, wie von H. Mohl [1] geschehen, unter der Luftpumpe durch die Spaltöffnungen mit Wasser vollgepresst werden.

Das Gewebe des Blattes ist nämlich nach aussen, gegen die umgebende Luft, geöffnet durch die sogenannten Spaltöffnungen der Oberhaut. Sie stehen bei den Laubhölzern vorzugsweis auf der Unterseite der Blätter, an zahlreichen Harzbäumen, z. B. Föhren und Fichten, beiderseits oder ringsum an den Nadeln, mit blossem Auge sichtbare, weissliche Reihen bildend. Sie werden als Athmungsorgane betrachtet. Th. Hartig [2] bildet dieselben als durch eine dünne Oberhaut geschlossen ab. H. Mohl erklärt sie aber für offenstehend, wofür auch der von F. Sachs [3] gelieferte Nachweis spricht, dass die Luft in ununterbrochenem Zusammenhange durch Spaltöffnungen, Blattstielporen und Poren des Holzes hindurchgesogen und hindurchgeblasen werden kann.

Der mechanische Vorgang der Aufnahme von Luft und Dunst durch die letztern ist nach H. Mohl (Botanische Zeitung, 14. Jahrg. 1856. S. 697) folgender. Die wesentlichen Theile der Spaltöffnungen sind zwei übereinander stehende schliessbare Zellenpaare. Das eine bestehend aus zwei stark entwickelten Oberhautzellen, welche zwischen sich eine ent-

[1] Botanische Zeitung, 14. Jahrgang. 1856. S. 700.
[2] Lehrbuch für Förster, 1861. S. 262.
[3] Experimentalphysiologie, 1865. S. 256 u. ff.

schiedene Oeffnung lassen, das andere darunter liegende aus einem Paar nierenförmigen, chlorophyllhaltigen und daher grünen, den eigentlichen Porenzellen zusammengesetzt. In Wasser getaucht und bei reichlichem Saftzufluss erweitern letztere die Spalte die sie trennt, bei Saftmangel oder starker Dünstung nähern sie sich und schliessen die Oeffnung. Bei einigen Pflanzenfamilien (Orchideen, Grasarten), findet ein Antagonismus der beiden übereinander stehenden Zellpaare statt, indem anfänglich das untere grüne Paar die Spalte erweitert, das obere aber durch Anschwellen und Druck auf erstere die Spalte wieder schliesst. Bei Sonnenlicht erweitern sich die Spalten in Folge besonders starken endosmotischen Saftaufnehmens der grünen Porenzellen.

Eine etwas andere Erklärung der Thatsachen giebt Dr. N. J. C. Müller (Untersuchungen über die Diffusion der Gase im Pflanzenblatt und die Bedeutung der Spaltöffnungen in den Verhandlungen des naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg. LXII. Jahrg. 8. Heft. 1869. S. 562), welcher den theilweisen Mohl'schen Antagonismus der beiden Zellpaare nicht finden konnte. Auch nach ihm öffnen sich die Spaltöffnungen bei Turgeszenz der Blattelemente. Solches bei genügender Temperatur selbst im Dunkeln. Die Schliessung erfolgt allmählich in Folge der Verdünstung, aber auch plötzlich bei Temperaturänderung und elektrischer Erschütterung.

Ausserdem erweist aber Müller auch eine Gasabsorption und Aushauchung durch die porenlose Epidermis der Blätter [vom Wasserdunst spricht er dabei nicht], stärker bei nasser als bei trockener Oberfläche. An den Blättern mit Spaltöffnungen erreichten daher Verdünstung und Absorption der Gase ihr Minimum bei Schliessstellung der Spalten, ihr Maximum bei Offenstehen, wobei die Binnenflächen mehr arbeiten, als die mit Oberhaut bekleidete Aussenseite des Blattes.

III. Lebensaufgabe der Elementargewebe, des Holzkörpers und der Rinde.

Die verschiedenen Gewebeformen des Baumes haben nothwendig verschiedene Funktionen.

Organische Materie schaffende Elemente des Baumes sind nur die grünen parenchymatischen Zellen der Blätter und der jungen Rinde. Sie enthalten daher auch organische und anorganische Materien und leiten solche weiter nach den Orten des Verbrauchs oder der Aufspeicherung. Als ein wesentlich zu letzterer dienendes, daher besonders im Winter mit Stärkmehl erfülltes Organ dürfen wir das weisse und überhaupt nicht grüne Gewebe der Markstrahlen des Holzes und der innern Theile der Rinde betrachten.

Die sogenannten Siebfasern oder Gitterzellen, welche bei den Monokotylen bündelweis im ganzen Holzkörper, bei unsern dikotylen Bäumen meist nur in der Bastschichte der Rinde vorkommen, leiten nach Hanstein vorzugsweis eiweisshaltige Stoffe, auch, wenn wir sie recht erkennen, Luft. Solches jedenfalls theilweise mit der Hanstein'schen Angabe [1] harmonirend, dass die Siebfasern analog den Holzporen im spätern Alter Luft führen.

Die Masse der gewöhnlichen Zellen des Holzkörpers dient weniger zur Aufspeicherung, z. B. von Stärkmehl, als zur Leitung des wässerigen Bodenwassers in der Richtung der Achse des Baums. Sie enthält ausserdem eine ziemlich grosse Menge Luft. Man erkennt diess namentlich an porenlosem Nadelholze. Denn wird es unter Wasser mit einer breiten

[1] Die Milchsaftgefässe, S. 58.

Drahtzange gedrückt, so sieht man eine Menge feiner Luftbläschen aufsteigen. Beim Thränen angeschnittenen Holzes im Frühling fliesst nichtsdestoweniger der Saft gewöhnlich klar unter Zurücklassung der Luftbläschen im Holz aus.

Die Laubholzporen (-gefässe) führen nach Hanstein in ihrer ersten Jugend, d. h. nach ihrer Entstehung im Kambium wässrigen Saft. Dass sie wenigstens ursprünglich oder zeitweise (S. 78) mit Saftleitung zu schaffen haben, erscheint schon wahrscheinlich bei Betrachtung der Fülle von Poren welche in ihrem Holze Klimmsträucher wie *Aristolochia, Bignonia, Clematis, Glycine, Hedera etc.* enthalten.

Später, d. h. vom Holzigwerden des sie einschliessenden Ringtheiles an, Sommers wie Winters und selbst zur Zeit des Baumblutens, sind sie lufterfüllt. Ihr Luftgehalt entweicht theilweise, wenn man das Holz anschneidet. Dabei ist wohl die Temperatur der umgebenden Luft und anderes im Spiele. Aeste unter Wasser durchschnitten treiben Luft aus. Im Mai in eine Wasserkufe gesteckte Schälprügel entwickeln eine Menge grosser Luftblasen. Neben der Luft führt eine Anzahl Laubholzarten in den Poren eine schmierige Masse welche, vorzugsweis in der Umgebung des Marks bemerkbar, beim Drücken oder natürlichen Schwinden des Holzes wurmähnlich aus den Poren hervortritt. Die Wurzelporen der Laubhölzer stehen unter sich auf weite Entfernung in Hohlraumverbindung, so dass, wenn man eine verzweigte Wurzel mit den abgeschnittenen Wurzelzweigen ins Wasser steckt und durch den Wurzelhals bläst, aus allen Schnittenden die Luft hervorzusprudeln pflegt und sich diese Erscheinung in bescheidenem Mass am Wurzelhalse wiederholt, wenn man diesen ins Wasser taucht und in ein Wurzelzweigende bläst.

Auch die Harzporen der Nadelhölzer mögen im Ursprunge von harzigem Saft ganz erfüllt sein. Aus Splintholz wenigstens drückt man daraus, selbst später, wie es scheint reine Harztröpfchen aus.

Jedenfalls bilden die Nadelholzporen im Vergleiche mit denen der Laubhölzer sehr unvollkommene Luftwege. Zwar treibt

der Druck des Wassers an der obern Schnittfläche eines senkrecht ins Wasser tauchenden porenführenden Nadelholzwurzelstücks das Harz der Poren lebhafter an die Oberfläche als es in der Luft austritt, aber es tritt mit dem Harze keine Luft aus, lässt sich aus den Harzporen auch mit der Zange keine Luft auspressen und selbst durch ganz kurze Trümmchen keine Luft blasen.

Der milchige, aus eiweissartigen Stoffen neben Kohlehydraten und Fetten bestehende Inhalt der Lebenssaftgefässe gerinnt mit deren Alter zu einer schmierigen, für das Gewächs unbrauchbaren Masse und vertrocknet endlich ganz, hat daher auch nur im jugendlichen Alter des umgebenden Organes Werth für den Haushalt der Pflanze.

Fassen wir die Elementarorgane zusammen zu Baumestheilen, so erscheint der Holzkörper sowohl der Wurzel als des Stammes, als wasserleitendes Organ. Darum zeigt es sich ausser in der (ältern) Umgebung der Markröhre, besonders am Umfange der Holzringe wasserreich. Es schluckt auch Wasser begierig an, ohne entsprechend Luft entweichen zu lassen.

Ein kleiner Versuch mit berindeten Fichtenwurzelstückchen von 6 bis 8 Millim. Dicke ergab im Lauf einer Stunde im Wasser 6 bis 8% Gewichtszunahme.

Auch von der Saftleitung des Baumkörpers kann man sich leicht überzeugen. Man braucht nur im Frühjahr zur Zeit des Baumthränens z. B. einen Hainbuchenast mit scharfem Schneidemesser wiederholt rasch abzuschneiden. Das eine oder andere Mal wird man alsdann unmittelbar auf den Schnitt eben so viel Safttropfen auf der Schnittfläche herausquellen sehen, als Holzkomplexe zwischen den breiten Markstrahlen vorhanden sind. Mark, Markstrahlen und Rinde bleiben dabei ausser Thätigkeit, meist auch der innere Theil der Holzringe.

Das Wurzelholzgewebe, weil zum Führen des Saftes nach dem Stamme bestimmt und gewöhnlich von lockerster Beschaffenheit, wird am saftreichsten sein, zeitweilig aber auch am meisten Luft in seinen Geweben enthalten können.

Unter den Rindeschichten spielt bei der Mehrzahl der Holzarten die zarte Oberhaut nur eine kurze Rolle. Sie verleiht den jüngsten Trieben Schutz gegen Austrocknung. Th. Hartig lässt sie wie die Blätteroberhaut gegen Luft und

Luftfeuchtigkeit durch eine Membran geschlossen sein, was aber nach Massgabe der neuern physikalischen Untersuchungen an Blättern unwahrscheinlich wird.

Das Rindeparenchym, unterstützt durch Drüsen und Haare, nimmt bei manchen Holzarten an der Dünstung und Saftverarbeitung Theil. Bei Besenpfrieme und verwandten Gewächsen ohne eigentliche Blätter ersetzt sie diese. Mit der Entwicklung einer sie gegen aussen verschliessenden Korkschicht, wie solche bei vielen Holzarten auftritt, muss ihre Thätigkeit abnehmen. Bei Birke allerdings sieht man selbst unter ziemlich dicker Korkblätterlage ein lebhaftgrünes Parenchym. Bei andern korkführenden Bäumen aber, z. B. der Ulme, sieht man es unter dem Kork allmählich absterben, dagegen unter den Rissen der Rinde grün bleiben. Hier entwickeln sich besonders auch die Lentizellen, wie andererseits die ersten kleinen Berstungen der noch dünnen Lederschicht in der Linie von Lentizellen erfolgen. Schneidet man an einer handgelenkdicken Ulme die Korkmassen ab, so bleiben an Stelle der Rinderisse wurmförmige grüne Streifen. Das Aufreissen des Korkes verlängert somit die Thätigkeit des unterliegenden Rindeparenchyms.

Man nimmt an dass die Lentizellen der atmosphärischen Luft einigen Zutritt ins Innere der Rinde gestatten. An einem Zweigchen Buchenholz, über einer Flamme erhitzt, platzt die Rinde häufig gerade über der Ausmündung eines grossen Markstrahls gegen die grüne Hülle. Es scheint desshalb auch hier eine besondere Luftanhäufung oder besonders leichter Luftdurchgang zu bestehen. Von ähnlichem Abspringen von Rindelappen rührt das Geknister und Geknatter bei einem Brand im Gestrüpp.

Die Stellung der früher beschriebenen Steinzellennester zu dem Systeme der Markstrahlen lässt annehmen dass auch sie wenigstens in der Aufspeicherung von Stoffen eine nicht unwesentliche Rolle bei der Thätigkeit des Rindeparenchyms spielen, eine Rolle welche sich mit ihrer beständigen Weiterentwicklung ebenfalls steigern muss. Bei den Nadelhölzern

sind die Markstrahlen grossentheils nach ihrer Achse durchbohrt. An der Fichte sieht man beim Flachanschneiden der Bastlagen den Ausmündungen der Markstrahlen Harztröpfchen entquellen, welche um so reichlicher erscheinen, je tiefere Schichten des Bastes man angeschnitten hatte.

Die Korkschicht hat zum Theil die Aufgabe das darunter befindliche Rindeparenchym vor Austrocknung zu bewahren. Solches ist besonders wichtig, nachdem die schützende Oberhaut verloren gegangen. Anderntheils ist die Bildung von Korkhüllen Selbstzweck bei einigen Bäumen, wie Korkeiche, Massholder etc. Verloren gegangen oder abgeschnitten, ersetzt sich der Kork wieder, wenn nur die innerste Lage seiner Zellen verschont blieb.

Die Bastschicht andererseits in ihrem faserigen Theil ist ein vorzugsweise saftleitendes Organ. Wir brauchen nur, um uns davon zu überzeugen, einen Lindenzweig mit einer Zange zu klemmen. Es fliesst alsdann ein ziemlich dicker, aber durchsichtiger Saft aus, dem keine Luftblasen beigemischt sind. Nicht selten entquillt er auch ohne mechanischen Druck. Als Hauptorgan der Bastschicht betrachtet man jetzt, nach Hanstein, die dieselbe grossentheils zusammensetzende Masse von Siebröhrenbündeln. Die eigentlichen Bastfasern fehlen sogar vielen Holzarten. Es sind also die Siebröhren welche die stickstoffhaltigen Nährstoffe, dem Bedürfniss entsprechend, nach unten oder auch oben leiten.

Die nur bei einem Theile der Bäume vorhandenen, in der Bastschicht verlaufenden Milchsaftgefässe enthalten Milchsaft. Bei Ahorn aber sind es nach Th. Hartig[1] nicht Milchsaftgefässe, sondern verzweigte Siebröhren der Rinde, welche ihn führen. Die ohnediess auf wenige Gewächsefamilien beschränkte Aufgabe der Milchsaftgefässe kann keine bedeutende sein. Nach Hanstein[2] ist ihr theilweise von den Siebröhren erhaltener Saftinhalt kein unmittelbar zu Neubildungen

[1] Lehrbuch für Förster. 1871. I. S. 273.

[2] Dr. J. Hanstein, die Milchsaftgefässe und die verwandten Organe der Rinde. Berlin. Wiegandt und Hempel. 1864. S. 51 u. f.

brauchbarer, sondern dient nur als eine Art Reservestoff, „der nach Erforderniss wieder verwendbar wird.“

Da die Siebröhren in der primären Rinde fehlen, glaubt Hanstein dass hier ihre Stelle durch Milchsaft und Schlauchgefässe erfüllt werde. Wogegen uns nun wieder das beschränkte Vorkommen der Milchsaftgefässe, den so verbreiteten Siebfasern der Rinde gegenüber, zu sprechen scheint.

Man könnte auch die Spannung der Gewebe als eine Funktion derselben behandeln. Betrachtet man sie jedoch als eine Folge des Wachsthums, so gehört sie zu den Entwicklungserscheinungen. (Siehe S. 149 und S. 158.)

IV. Aufgabe und Thätigkeit der Wurzelzasern.

Die Frage nach der Ursache des Wurzeltreibens der Gewächse in die Tiefe des Bodens hat die Physiologen seit ältester Zeit beschäftigt.

Die bekannten Knight'schen Versuche haben den Einfluss der Schwerkraft wahrscheinlich gemacht. Andererseits aber durchwuchsen bei den Versuchen Pinot's und Anderer Keimlingswurzeln eine Schicht des spezifisch weit schwereren Quecksilbers. Und die grösste Menge der Wurzeln, nämlich alle horizontal und sogar aufwärts der Bodennahrung nach wachsenden Wurzelverzweigungen und Zaserwurzeln, kümmern sich um die Schwerkraft so zu sagen nicht. Diese ist also nicht das einzige Moment beim Erdwärtswachsen der Wurzeln.

Es scheint auch die Feuchtigkeit im Spiele zu sein. Henrici[1] sah ein Würzelchen ein Filter durchwachsen, um die tiefer unten befindliche Wasserfläche zu erreichen. Emery[2] berichtet dass unter Umständen Wurzeln einem Bohrer vergleichbar Pappe durchwachsen.

Bei Sachs wurden Keimwurzeln die vorwiegend von einer Seite der Einwirkung eines feuchten Körpers ausgesetzt waren, von der Senkrechten abgelenkt und krümmten sich der Feuchtigkeit zu.

Endlich sehen wir die Luftwurzeln der in Zimmern so häufigen *Cordyline vivipara Hort.* den benachbarten Blättern zu- und häufig in der Rinne eines Blattes wie in einer Scheide fortwachsen. Woran ebenfalls die von den Blättern ausgehauchte Feuchtigkeit Schuld sein könnte.

[1] Henneberg, Journal für Landwirthschaft XI. 1863. S. 279.

[2] Sur la force de pénétration de la racine. pag. 214.

Bereits Duhamel[1] hat nachgewiesen dass die Zaserwurzeln sich nur an ihrer Spitze verlängern, und Frank[2] bemerkte dass bloss dieses in Streckung begriffene Ende der Wurzel sich nach der von dieser eingeschlagenen Ricktung zu krümmen vermag.

Unsere dikotylen Bäume senden bei der Keimung zuerst das bereits im Samen enthaltene Würzelchen in den Boden. Es entwickelt sich rasch zu der sogen. Pfahl- oder Stechwurzel, welche in der Jugend des Baums verhältnissmässig am stärksten ist. Pflanzen von handlangem Stämmchen und armslanger Pfahlwurzel sind nicht selten.

Der Angabe des Hrn. Hofgärtners Fischbach zufolge bildet die Hickory zwei- bis drei fingerförmig nach der Tiefe dringende Stechwurzeln aus, die sich durch andere ähnliche ersetzen, wenn sie abgeschnitten werden.

Sonst pflegt sich bei unsern Bäumen nur eine Pfahlwurzel zu finden und diese, wenn früher oder später beseitigt, sich nicht zu ersetzen. An ihrer Statt entwickeln sich aber um so stärkere Seitenwurzeln. Diese gewinnen überhaupt mit der Zeit bei allen Bäumen so sehr die Oberhand, dass man oft ihnen gegenüber in späteren Jahren nur mit Mühe die ursprüngliche Pfahlwurzel erkennt. Diese spielt alsdann eine untergeordnete Rolle.

Schon im ersten Jahre der Pflanze und später in steigendem Masse brechen nämlich am Umfang der Stechwurzel Neben- oder Seitenwurzeln hervor, die sich in horizontaler oder schief abwärts gehender Richtung im Boden verbreiten.

Da Zahl oder Sparsamkeit der an dieser oder jener Stelle einer Hauptwurzel ausbrechenden kleinern Wurzeln und Zasern von Lockerheit, Feuchtigkeit und Nahrungsgehalt der umgebenden Erde abhängt, ist an den Wurzeln die am oberirdischen Theile des Baumes häufige Symmetrie nicht zu finden. Höchstens erwecken zuweilen den Gedanken der Gliederung

[1] Physique des arbres. I. pag. 84.

[2] Beiträge zur Pflanzenphysiologie. Leipzig, bei Engelmann, 1868. S. 34.

von Wurzeln die öfters mit einiger Regelmässigkeit vertheilten stark entwickelten Lentizellen.

Wurzelzweige können an jeder Stelle einer Wurzel entstehen und sind selbst an stärkern Strängen nicht an das Vorhandensein von schlafenden Knospen gebunden, wie so häufig die Zweige.

Das Wachsthum der Wurzeln erfolgt in Uebereinstimmung mit dem Obengesagten ohne Streckung der schon gebildeten Theile nur an deren vielen Enden.

Mit diesen Enden, welche in einen immer grössern Umfang hinausrücken, nachdem sie die nähere Umgebung durchzogen hatten, saugen sie Wasser und feste Nahrung aus dem Boden. Sie suchen diese schliesslich auf sehr grosse Entfernung, öfters wie Pappeln, Platanen und Ulmen, weiter vom Stamm weg als dieser hoch ist, während nach Duhamel die Linden ihre Bewurzelung nahe beisammen behalten. Auch überraschend und der vorigen Angabe entsprechend tief dringen die dünnern Wurzelstränge.

Die zartesten Wurzelverzweigungen gehen leicht bei Bodentrockniss und Frost im Boden zu Grund, ersetzen sich aber bei milder Witterung wieder rasch. Daher auch die Möglichkeit im Hochsommer versetzte Pflanzen im Spätjahr noch theilweise mit neuen Wurzelenden versehen zu finden. Nach Th. Hartig [1] entwickeln sich die jungen dicken Zasersprossen nach dem Aufthauen des Bodens, oft schon im Februar. Sie erhalten sich aber nach ihm nur ein paar Monate vollsaftig und schrumpfen zu den oben geschilderten braunen Strängen zusammen, nunmehr von den ältern Zasern nicht mehr unterscheidbar. Daher auch das anscheinende Fehlen derselben im Sommer und Herbst.

Ob das Verschrumpftsein der Rinde so vieler dünnen jungen Wurzeltheile (siehe Seite 21) bei der Ausbildung von neuen weichen Wurzelspitzen ein Hinderniss ist, wissen wir nicht.

[1] Botanische Zeitung. 21. Jahrgang. 1863. S. 289.

Bei ihrem Eindringen in die tiefern Schichten des Bodens entwickeln sie eine sehr beträchtliche Gewalt. Denn obgleich ihre Form nach den Hindernissen richtend und anscheinend sich abplattend vom Drucke der Fels- oder Mauerspalten, sind es doch sie, welche Klüfte erweitern, Mauertheile verrücken etc. Man kann solches nicht auffallender sehen als an Eschen die in quaderähnlich gefügte Kalkfelsen einwachsen mussten. Natürlich dabei vorausgesetzt dass die Würzelchen, um überhaupt einzudringen, erst einmal eine Ritze gefunden.

Solches wird dem Baume nicht immer so leicht als es den Anschein hat. Besonders eine geschlossene Masse bildende Thonschichten, z. B. der Keuperformation, alte gestampfte Kohlstellen u. drgl., erlauben zuweilen selbst der Tanne nicht mit ihren Wurzeln einzudringen. Vom Sturme gestürzte der Art stehende Bäume zeigen ein vollständig durch eine Ebene begrenztes vielfach verflochtenes Wurzelsystem.

Dass Flachgründigkeit des Bodens und flachwurzelnde Holzarten sich gegenseitig bedingen, ist eine eben so irrige als verbreitete und forstlich verhängnissvolle Annahme. Alle Holzarten verlangen, um sich gedeihlich zu entwickeln, tiefgründigen Boden, die flachwurzelnde Fichte wie die eine Pfahlwurzel entwickelnde Föhre. Letztere hält sich auf flachem Grund immer noch besser, als die Fichte.

In lockerem oder leichtem Boden, zumal wenn er nicht viel Nährstoffe birgt (vergl. S. 131), ziehen sich die Wurzeln lang hinaus.

Je höher an der Stechwurzel eine eigentliche Seitenwurzel angesetzt ist, desto mehr hat sie Anlage stark zu werden. Es zeigt sich diess schon an Pflanzen von Daumendicke und wird mit dem Alter des Baumes immer augenfälliger. Gesteigert wird diese Bevorzugtheit bei Holzarten sein, die, wie z. B. die Esche, ohnediess gern ihre Pfahlwurzel vernachlässigen und ihr Wurzelsystem an der Bodenoberfläche ausbreiten.

Man findet öfters an Weidenkopfbäumen das bereits faule Innere von oben nach unten von Wurzeln durchzogen, welche

man als Adventivwurzeln der Kopfäste ansieht. Es scheint nicht überflüssig diesen Zusammenhang sorgfältiger nachzuweisen. Er steht keinesfalls im Widerspruche mit sonstigen Gesetzen.

An den dünnen Wurzeln von Robinien findet man fleischige Anhängsel, deren Bedeutung unbekannt ist. Duhamel sagt dass sie auch bei andern Leguminosen häufig seien.

Aus den Duhamel'schen Versuchen [1] geht als Bedürfniss der unendlichen Mehrzahl der Gewächse hervor, dass die Wurzeln nicht über, sondern unter den Zweigen sich befinden. Ausnahmen hievon bilden nur Reben und andere Schlinggewächse.

Als Zwecke der Baumwurzeln kennt Jedermann die Ernährung und die Befestigung im Boden. Von ersterer, die sich häufig durch Angefressenwerden des Gesteins ausspricht, wird später die Rede sein. Zur Befestigung dienen Pfahl- und Seitenwurzeln. Jener wird in dieser Beziehung grosser Werth beigelegt. Wohl mit Unrecht. Denn die Pfahlwurzel ist gerade in dem Alter des Baumes, wo er ihrer zur Stütze am wenigsten bedarf, verhältnissmässig am stärksten entwickelt. Für das spätere Alter sind es offenbar die auf der Windseite als Anker, auf der vom Wind abgekehrten Seite als Spriessen dienenden Seitenwurzeln, welche dem Baum erlauben dem Sturme zu trotzen.

Einige Bäume, z. B. Weiden und Eschen, treiben, am Wasser stehend, sichtbar gern vom Ufer aus Wurzeln ins Wasser und verzweigen dieselben hier vielfältig. Nicht bemerken konnten wir solches an neben erstern stehenden Ahorn- und andern Stämmen. Ein Unterschied zwischen den Holzarten scheint aber nicht zu bestehen, wenn sie mit ihren Wurzeln eine unterirdische Wasserleitung, eine stets wasserreiche Drainröhre z. B. erreichen. Die eingedrungene Wurzel verzweigt sich alsdann, eine Art langen Schwanz, Fuchsschwanz, Teichelzopf, bildend, ins Unendliche und in

[1] Physique des arbres. IV. p. 124.

so feine Enden, dass man sie von einer gelatinösen Masse nicht zu unterscheiden vermag. Bekannt ist dass der Wurzelzopf schliesslich die Röhre ganz zu verstopfen und dadurch Kosten und Unlust zu verursachen pflegt.

Interessant ist der anatomische Bau der Teichelzöpfe. Solche von Buche, Birnbaum und Erle wurden von uns früher beschrieben. (Kritische Blätter 48. Bd. II. Heft, S. 263.) Ein Zopf von Zwetschenbaum (Prunus domestica) zeigte in seinen zwei Millim. starken Strängen ebenfalls fast ganz siebförmigen Bau. Menge vorhandener Poren mittelstark, nicht fein, wie im Stamme. Kein regelmässiger Markstrahlenbau; vielmehr von den in der Mitte stehenden engern Poren ein kaum sichtbares, etwas gestrecktzelliges Gewebe, nach aussen wie seitlich zwischen den Poren hindurchziehend. Nur da und dort eine oder ein paar Zellreihen die sich erweitern und an Markstrahlen erinnern.

V. Erscheinen, Beruf, Dauer und Ableben der Blätter.

Der durch den Holzkörper von Stamm und Aesten den Blättern zugehende nur mit Bodensaft und unterwegs gelösten stickstofflosen Substanzen versehene aufsteigende Nahrungssaft bedarf einer Veränderung durch die atmosphärische Luft, welche durch die Blätter vermittelt wird. Daher deren grosse Bedeutung.

Fassen wir die Blätter, ehe von ihren Funktionen und ihrem Ableben die Rede sein wird, nach ihrem äussern Auftreten ins Auge.

Der **Ausbruch des Laubes** verspätet sich nach S. 154 um einige Tage gegenüber dem Beginne der Holzbildung. Er richtet sich im Allgemeinen nach dem Wiedereintritt einer gewissen, und zwar für die einzelnen Holzarten verschiedenen Frühlingswärme. Jede Holzart hat, wie Martins von den Gewächsen im Allgemeinen sagt, den Nullpunkt ihrer Vegetation bei einem ihr eigenthümlichen, mehr oder weniger über 0 gelegenen Temperaturgrade. Diess erklärt viele Erscheinungen.

So das bekannte Ausschlagen von Zweigen die man ins warme Zimmer geleitet hat, zu einer Frühjahrszeit wo der im Freien stehende, die Zweige tragende Baum sich sonst noch nicht rührt, ja sogar gefroren sein kann. Freilich kann man sich unter den angegebenen Umständen eine Fortdauer der Blätterthätigkeit mit H. Cotta [1] kaum denken, ohne vorauszusetzen dass der gefrorne Fuss wenigstens zeitweilig auf-

[1] Naturbeobachtungen, S. 40.

thaue, um den Säfteverbrauch der künstlich ausgetriebenen Belaubung zu ersetzen.

Sodann das frühere Blätteraustreiben der Holzarten im Süden, das spätere im Norden. Nach Schacht [1] und Heer [2] hat unsere Stieleiche auf den Promenaden zu Funchal auf Madeira bereits Mitte Februar grünes Laub und Blüten, während sie bei uns Anfangs Mai und in Schweden (Wermland) [3] Ende Mai ausschlägt und hier erst Anfangs Juli blüht, wogegen die Buche dort am 1. April austreibt, was von ihrer bei uns eingehaltenen Zeit nicht viel abweicht.

Von relativer Steigerung der Frühlingswärme rührt es auch her, wenn die Bäume im Thale früher austreiben, als im Gebirge.

Daher ferner auch mancherlei Abweichungen von den Regeln. So erscheint hier zu Lande die Buche mit ihrem Blätterschmuck im April. In besonders späten, aber alsdann warm auftretenden Frühjahren (ein solches war, wie wir glauben, 1861) brechen beide genannte Holzarten mit einander aus.

Wie gross der Einfluss der verschiedenen Freilagen auf das Austreiben der Blätter ist, weiss Jedermann. Wigand [4] giebt in dieser Beziehung an, dass in einem westlichen Buchenwaldabhange die Bäume auf der dem Berge zugekehrten Seite zuerst ausschlagen, was mit den vom Boden reflektirten Wärmestrahlen zusammenhängen dürfte. So kann auch ein einzelner Baum, welcher sich an einen sommerlich warmen Felsen anlehnt, früher ausbrechen als die übrigen. Ja sogar ein einzelnes Zweigchen eines Baumes, erwärmt durch die dunkle Rinde einer Eiche der es auf der Mittagsseite nahekommt, kann sein Laub schon ganz ausgetrieben haben, während die übrigen Knospen des Baumes noch ruhen.

Gebüsche, die auf schwarzem Boden, zumal dunklem

[1] Der Baum, 1860, S. 154.

[2] Ueber die periodischen Erscheinungen der Pflanzenwelt in Madeira.

[3] v. Berg, Tharandter Jahrbuch, 11. Bd. 1855. S. 9.

[4] Der Baum, S. 226.

Torfboden, stehen, schlagen an den unteren Zweigen früher aus. Der Einfluss der Erwärmung des Bodens ist ferner die Ursache wesshalb in unsern Saatschulen die Pflanzen um so früher zu treiben pflegen, je jünger sie sind. Der Grund, dass bei den winter- und sommergrünen Nadelhölzern die Gipfelschosse zuletzt ausschlagen, ist jedoch hievon unabhängig, denn auch an ihren Seitenzweigen entfalten sich die Mitteknospen zuletzt.

Indessen zeigen die verschiedenen Holzarten in ihrem Austreiben doch auch Besonderheiten, deren direkter Zusammenhang mit den entsprechenden Frühlingstemperaturen erst näher festzustellen sein dürfte.

So erscheint es eben räthselhaft dass auf Madeira die Eiche fast zwei Monate früher austreibt als die Buche, und nach Griesebach (Vegetation der Erde, 1872., I. S. 277) die obengenannten drei Holzarten, Buche, Eiche und Esche, nicht überall in dieser für Deutschland geltenden Folge, sondern in Belgien nach der Reihe Esche, Buche, Eiche, und in Burgund gar noch in der Folge Eiche, Esche und Buche ausschlagen, welch' letztere ausserdem nach Oertlichkeiten weiter zu variiren scheint. Von Montpellier schreibt Ch. Martins, dass dort im Frühling 1873 die Esche bereits Ende Februar kleine Blätter gehabt, die Eiche Ende März ausgetrieben habe, während die für die trockene Gegend allerdings nicht geschaffene Buche zu derselben Jahreszeit ihre Knospen noch nicht einmal schwelle. Aus den Sevennen (700 bis 1000 m) wurde demselben die Ordnung Buche, Esche, Eiche gemeldet. Er zweifelt aber einigermassen daran, weil die Esche den beiden andern nicht vorgeht. So sehr ist er an die Priorität der Esche gewöhnt.

Hieher auch die Thatsache, dass zu Nizza nach Grisebach [1] Oelbäume, Orangenbäume, *Ceratonia siliqua* im Januar, dem kältesten dortigen Monat und zur gleichen Zeit auszutreiben anfangen, wo sie es in unsern geheizten Zimmern thun, während dagegen unsere gewöhnliche Eiche, Buche, Robinie u. dgl. gegen die für ihre Bedürfnisse immerhin ansehnliche Januarstemperatur unempfindlich bleiben, weil sie noch nicht die nöthige Zeit zur Vorbereitung ihrer Knospen hatten. [2] Eine Erklärung welche einiges für sich hat, insofern die Knospen

[1] Vegetation der Erde. 1872. I. S. 274 u. 276.

[2] A. a. O. Seite 280.

der Bäume über Winter merklich anzuschwellen pflegen, was man als eine vollständigere Ausbildung ansehen muss, gegen welche aber auch die Thatsache geltend gemacht werden kann, dass an den Holzarten welche ihre Blüteknospen schon im Spätsommer vorgebildet zu haben pflegen, einzelne Blüten oder Blütenbüschel können durch warme Herbstwitterung, anscheinend in aller Vollkommenheit, zur Entfaltung gebracht werden, obschon die Hauptmasse der Blüten regungslos den spätern Frühling abwartet.

Sodann die Angabe Heer's, [1] dass der Tulpenbaum auf der Insel Madeira 140 Tage lang bei einer ähnlichen Temperatur ohne Blätter verharrt, welche ihn in seinem Vaterlande zum Austreiben bestimmt.

Merkwürdig endlich ist immerhin auch, dass die Beblätterung der Bäume ringsum ziemlich gleichförmig und nicht auf der wärmern Sommerseite früher zu erfolgen pflegt.

Wigandt sagt (der Baum, S. 227), voreilig sich entfaltende einzelne Buchenknospen seien fast nur solche welche Blüten enthalten. Meist sind es allerdings kräftige Hauptknospen, die sich zuerst entfalten, dass aber gerade Blüteknospen, bemerkten wir nicht. Auch kommen, wie oben gesagt, Ausnahmen bei den Nadelhölzern vor.

Von grossem Einfluss auf die Zeit des Laubausbruches ist noch die Individualität der einzelnen Bäume. Manche derselben erhielten von ihrem alljährlich konstant frühern oder spätern Ausschlagen im Munde des Volkes einen mit ihrer Eigenthümlichkeit zusammenhängenden Namen. So eine um Georgiitag bereits grüne Eiche im Reichenberger Forste den der „Jörgeneiche.“ Ungewöhnlich spät und desshalb merkwürdig eine unten genannte Spielart der Stieleiche, welche erst gegen Mitte Juni austreibt. —

Dass manche Holzarten an der Wurzel und am untern Stamme vor der Krone, andere umgekehrt in der Krone zuerst auszuschlagen beginnen, erhellt aus S. 155.

Nach Duhamel schlagen alte Birnbäume in der Regel vor

[1] A. de Candolle, géographie botanique raisonnée, I. p. 47.

jungen aus.[1] Sollte die rauhe, dunkle, sich stark erwärmende Rinde oder geringerer Saftgehalt dabei im Spiele sein?

Die Blätter nehmen schon bei ihrer ersten Entwicklung häufig eine rothe Farbe an. So z. B. diejenigen von Spitz- und Feldahorn, Wildkirsche, Weissdorn u. s. w. Bei andern sind es hauptsächlich die Deckblätter, welche sich röthen. Die Belaubung der Aspe ist anfänglich auffallend rothbraun. Am zarten Buchenlaub am Rand und streifeweise längs der Blattnerven erscheint die braune Farbe öfters im Mai und an späten Stockausschlägen im Sommer. Noch lebhafter ist die rothe Blätterfarbe der Johannistriebe. Die der gewöhnlichen Eichen z. B. sehen an Schneidelbäumen zuweilen ganz scharlachroth aus, diejenigen der Hainbuche, des Rothbeinholzes und der ohnediess sich später darin auszeichnenden Jungfernrebe roth. Verschiedene Individuen färben sich dabei verschieden intensiv. Dass diese Färbung des jungen Gewebes unter dem Einflusse des Sonnenlichts steht, unterliegt keinem Zweifel, wohl aber kann man mit Rücksicht auf die Erläuterung der rothen Herbstfarbe S. 60, zu welcher die spätern unter den Nachschossen ohne Unterbrechung übergehen, fragen ob Kälte damit ausser Zusammenhang sei. Solches um so mehr, als es hauptsächlich der Rand der jungen Blätter ist, welcher sich intensiv färbt.

Die Blätter entwickeln sich im Allgemeinen um so kräftiger, je reichlicher sie mit Saft und Saftbestandtheilen versehen werden. Die üppigen Schosse welche sich in Folge des Ausbrechens der Quirlknospen an gemeinen Föhren entwickeln, tragen Nadeln die oft zu 3 stehen und so stark sind, dass man sie kaum als der gemeinen Föhre angehörig zu erkennen vermag. Selbst die kurzen Schosse die sich an der Fichte als Folge der Aufästung ergeben, tragen überraschend grosse Nadeln. Ueberhaupt pflegt jede Minderung der Knospen oder Zweige eine um so üppigere Entfaltung der Blätter an den übrigen Kronentheilen zur Folge zu haben. Nur in Folge

[1] Exploitation I. p. 319.

einer mässigen Aufästung eines Fichtenbeständchens färbte sich dieses kümmerlich und gelb, während doch sonst, z. B. in Föhren- und Lärchenbeständen, Aestungen lebhafte und dichte Benadelung der Baumkronen bewirken.

Die Blätter haben das Bedürfniss sich mit ihrer obern Spreitenfläche dem Lichte zuzuwenden. Zu diesem Zwecke vermag sich, wie wir später sehen werden, das das Blatt tragende Glied des jungen Schosses zu biegen und zu drehen. Auch der Blattstiel hat diese Fähigkeit.[1] Er wächst sammt seinem polsterartigen Ansatzgrund und Stielende länger fort als das Blatt und nimmt nach Bedürfniss sein Wachsthum wieder auf, wenn schon das Blatt anscheinend seine vollständige Ausbildung erfahren hat. Die normale Stellung der Blätter ist eine horizontale oder, bei seitlichem Lichteinfalle, schiefe, der Hauptlichtquelle rechtwinklig gegenüberstehende.

Frosterscheinungen an jungen Buchen- und Nussbäumen lassen annehmen dass sich die Blätter dieser Laubhölzer vom Stiele zur Spitze fortschreitend entwickeln. Nach Andern[2] würde in allen beobachteten Fällen die Spitze des Blattes zuerst zu wachsen aufhören. Die Nadeln der Föhren von Raupen bis zur Nadelscheide herabgefressen, vermögen nach Th. Hartig[3] sich bis auf ²/₃ ihrer Länge durch Nachwachsen zu ergänzen.

Weil Blätter und Nadeln der Bäume auch im Dunkeln die wagerechte Lage in der Hauptsache, wenn auch nicht immer so entschieden wie im Lichte, beibehalten und darin gestört wieder annehmen, schreibt Frank ihre Stellung der durch die Wirkung des Lichtes nur unterstützten Schwerkraft zu.

Auch dass die untern Blätter eines horizontalen oder schiefen Schosses stärker entwickelt zu sein pflegen als die entsprechenden obern, führt man gewöhnlich auf die Schwerkraft zurück. Frank scheint es von ihrer natürlich horizontalern Lage herzuleiten. Wenigstens sagt er S. 92 der genannten Schrift von den horizontalen jüngern Zweigen des Ahorns, der Rosskastanie und auch der Eiche, dass sie sich am dicksten, längsten und laubreichsten entwickeln.

[1] Frank, die natürl. wagerechte Richtung von Pflanzentheilen, 1870. S. 76.

[2] Schacht, der Baum, S. 141.

[3] Lehrbuch f. Förster, 1861. I. S. 173.

Bekanntlich fangen Laubhölzer mit paarweise gegenständiger Stellung ihrer Keimblätter an, und bei mehreren derselben, z. B. der Buche und Haine, stehen sogar die nächstfolgenden zwei Blätter paarweis und zu den erstern kreuzständig. Abwechselnd stehen an ihnen nur die Blätter an Nebensprossen die sich nicht selten in Folge des Verlustes der ersten eigentlichen Blätter aus den Keimblätterachseln entwickeln. Unsere Nadelhölzer dagegen zeigen Wirtelstellung ihrer Keimblätter.

Die Vertheilung der den jungen Stamm oder Gipfelzweig weiter hinauf bekleidenden Blätter ist normal entweder kreuzständig gegenüberstehend, bei Esche und Kreuzdorn allerdings öfters etwas ausartend, oder zweizeilig wie bei Ulme, Buche, oder spiralig mit $^1/_3$ oder $^2/_5$ Umlauf. Bei den Tannen und Fichten nimmt die spiralige Vertheilung der Nadeln und die Wirtelstellung der Hauptknospen des Stammes einen grossentheils zweizeiligen Karakter an. Richtet sich ein Zweig als Ersatzgipfel auf, so kann er in seinen neuen Sprossen erst nach einer Anzahl Jahre den Karakter des Hauptschosses annehmen.

Die Metamorphose von Schuppenblättern in Laubblätter und umgekehrt (Föhren), die Mischung von Schuppenblättern und Laubblättern (Eiche) u. drgl. Erscheinungen zu schildern, dürfte hier zu weit gehen.

Das Blatt spielt die Rolle eines abgeschlossenen Individuums. Schneidet man es am Stiel ab, so pflegt dieser abzusterben und sich abzugliedern.

Schon ehe die Blätter ihre Entwicklung vollständig erreicht und ehe sie ihre gewöhnliche grüne Farbe angenommen haben, beginnen sie ihre für das Leben und Wachsthum des Baums so wichtige mehrseitige **Saftthätigkeit.**

Hales und Duhamel [1] lassen die schmachtenden Blätter aus der Atmosphäre dunstförmige F e u c h t i g k e i t e i n s a u g e n und, zwischen nasse Tücher gelegt, diesen Wasser entnehmen. Auch Th. Hartig [2] spricht von dem gierigen Eingesogenwerden der ersten Regentropfen durch die Blätter.

[1] Statique pag. 126 und Physique des arbres, I. p. 153.

[2] Liebig's organische Chemie, 1841. S. 191.

Endlich meint Humboldt[1], in tropischen Gegenden wo 5 bis 7 Monate lang bei sonnenklarem Himmel kein Tropfen Regen fällt, lasse sich das saftige Grün vieler Bäume nur erklären durch eine eigenthümliche Fähigkeit ihrer Blätter, der Atmosphäre Feuchtigkeit zu entziehen.

In der That glaubt man sich in heisstrockenen Sommern auch bei uns das monatelange Aushalten der Bäume nicht anders erklären zu können. Und doch scheinen, abgesehen von Flechten und Moosen, welche Trockenheit lange Zeit, aber nicht über ein Jahr auszuhalten vermögen[2] und deren Gewicht nach dem Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre schwankt, die Pflanzenblätter ausser Stand Wasser oder Feuchtigkeit aus der Luft zu schöpfen. Denn, legt man ein durch Dünstung welk gewordenes Baumzweigchen über Nacht unter ein auf feuchte Erde gestürztes Glas, so richten sich wohl die Blätter auf Kosten der im Holzgewebe enthaltenen Feuchtigkeit wieder auf, aber das Zweigchen hat an Gewicht nicht zugenommen. Gerade wie bei Duhamel[3] die Belaubung stehend entrindeter Eichenausschläge, nachdem sie schon am Tage des Schälens welk geworden, sich über Nacht wieder etwas erfrischt hatte, jedoch nur um an dem folgenden Tage ganz zu vertrocknen. Auch die geringe Netzbarkeit der Blätteroberfläche z. B. bei der Stechpalmeneiche, welche doch auf den dürrsten Standorten wächst, spricht gegen eine Absorption aus der Luft.

Die regelmässige Saftbezugsquelle für die Blätter ist also die Wurzel.

Bei krautartigen Pflanzen macht sich ein Ueberschuss oder Mangel an Saft rasch sichtbar. Nach feuchtwarmer Sommernacht bemerkt man an den Kerbzähnen der Blätter von Brombeere, Erdbeere, *Aegopodium podagraria* und selbst an der Spitze der Grashalme, bei reichlichem Begiessen sogar im Zimmer an der Spitze der Blätter von *Calla aethio-*

[1] Kosmos I. S. 359.

[2] Hofmeister, Allgemeine Morphologie, I. Bd. S. 556.

[3] Exploitation I. p. 409.

pica Wassertropfen, die mit dem Thau nicht zu verwechseln sind. Th. Hartig[1] zufolge findet diese Tropfenentwicklung selbst bei ganz dunsterfüllter Luft nur im dunkeln Raume, hier jedoch selbst zur Mittagsstunde statt.

Nach demselben[2] kommt aber diese Erscheinung des Ergusses überschüssigen Wassers im Frühling auch an Baumknospen vor. Es gelang ihm sogar, an einem nahezu thaufreien Frühlingsmorgen des Jahres 1861 ein erkleckliches Quantum solcher Baumthränen zu sammeln. Damals thränten aus ihren Knospen nicht bloss Hainen, sondern auch Eichen, Pappeln, Eschen, Linden; Eichen und Pappeln sogar schon vor dem Anschwellen der Knospen.

Mit dem in Rede stehenden Thränen im Zusammenhange dürfte die von Duhamel[3] angeführte Thatsache stehen, dass an Pflanzen die man unter der Luftpumpe vegetiren lässt, sich aus den Gipfeln klare Wassertropfen entwickeln, welche, von Zeit zu Zeit am Stengel herabfliessend, sich nach und nach immer wieder ersetzen.

Bei anhaltend trockener Witterung schmachten die niedern Gewächse. Auch Hecken, Sträucher, z. B. Syringen, sieht man öfters nach langer Dürre die Blätter schlaff herabhängen.

Bei grossen Bäumen dagegen tritt solches nur in ausserordentlichen Jahren ein, wie 1842, 1865 u. drgl. Der Stamm dient ihnen als Magazin, welches lange Zeit im Stand ist Saft abzugeben, wenn bereits die Wurzeln im Boden zur Aufnahme wenig Wasser mehr finden.

Andererseits kommt wegen des vielen Hohlraumes den der Stamm darbietet, eine Ueberfüllung der Holzpflanzen mit Saft nur ausnahmweis im Frühling vor, wie das oben geschilderte Bluten und Tropfenergiessen erweist. Dass Saftfülle auch dem Baume Vortheil bietet, geht aus einer von Sachs (S. 242) angeführten Thatsache hervor, wonach ein mit Knospen

[1] Botanische Zeitung. 13. Jahrgang. 1855. S. 911.
[2] Botanische Zeitung. 20. Jahrgang. 1862. S. 86.
[3] Physique des arbres. II. Liv. IV. p. 9.

besetzter Schoss auf den man künstlich Saftdruck wirken lässt, sich rascher als sonst entfaltete.

Der im Baumkörper enthaltene Saft geht den Blättern durch die von den Zweigen aus die Blattstiele durchsetzenden und sich in den Blättern verzweigenden Holzzellbündel zu und vertheilt sich durch Aufsaugung in den Zellwandungen und Uebergang von einem parenchymatischen Zellraume zum andern.

Die Ausbreitung des Saftes vom Stiel aus durch das Blatt ist vielfach nicht von der Regelmässigkeit welche die Nervenvertheilung anzudeuten scheint. Solches erkennt man an der oft überraschenden Weise wie in Folge von Verletzungen einzelne Theile des Blattes ihre Farbe behalten oder wechseln. Gewöhnlich allerdings wirken Schnitte, Stiche u. drgl. nach der Spitze oder dem Umfang, häufig ein durch Hauptnerven begrenztes Feld nicht überschreitend. Oefters macht sich aber auch ein solcher Einfluss ringsum geltend, wie ein Tropfen Oel auf Papier, und werden dabei oft starke Nerven überschritten. Eine kleine Verletzung der Mitte eines Feldes im Blatte von *Crataegus glandulosa* kann sogar die Folge haben, dass sich ein den Seitennerven paralleler rother Streifen gegen den Mittelnerv des Blattes bildet.

Die Dünstungsthätigkeit der Blätter hängt von der Zahl vorhandener Spaltöffnungen, vom innern Bau der Blätter, in bescheidenem Masse wohl auch von der Beschaffenheit des porenlosen Theiles der Epidermis[1], endlich vom Lebensalter der Blätter ab. Die Ausdehnung ihrer Oberfläche kann so wenig als ihr Gewicht für diese Thätigkeit einen Massstab abgeben. Dieselbe ist nicht passiver Natur, sondern eine positive Arbeit der Pflanze, vermöge welcher das Wasser hinausgepresst wird. Das sehen wir theilweis an den tropfbaren Ausscheidungen im feuchtwarmen Raume. Je lebhafter die Wurzelaufnahme, desto lebhafter bei sonst günstigen Umständen die Dünstung. Andererseits hält aber das lebende Gewebe das Wasser mit einer gewissen Kraft zurück.

[1] Man vergleiche oben S. 16.

Salzgehalt[1] des von den Pflanzenwurzeln aufgenommenen Bodenwassers mindert die Grösse der Transpiration der Pflanze und des Bodens, ersterer in Folge schwierigerer Wurzelaufsaugung, wesshalb auch der salzhaltige Boden nässer bleibt als der gewöhnliche. Aber dennoch verliert die weniger aufnehmende Pflanze ihre Frische und Turgeszenz nicht.

J. Sachs weist ausserdem den Zusammenhang der Saftaufnahme durch die Wurzeln und die Dünstungsthätigkeit der Blätter durch Experimente[2] nach. Aus letzteren geht hervor, dass bei vielen Pflanzenarten zu lebhafter Wurzelaufsaugung eine gewisse Bodentemperatur nothwendig ist, wenn letztere aber mangelt und sich dem Nullpunkt nähert, die Belaubung in Folge auch bei niedrigerer Temperatur fortdauernder Dünstung welken, trauern, ja selbst zu Grunde gehen kann, dass aber andere Gewächse die lebhafte Thätigkeit ihrer Wurzeln bei niedriger Bodentemperatur und selbst bei 0^{0} nicht verlieren und desshalb auch die Frische und Turgeszenz ihrer Blätter behalten.

Von Einfluss auf das Mass der Blätterdünstung sind zunächst Licht und Wärme. Des Lichtes bedürfen, wie anderwärts bemerkt, die Blätter der Holzarten in verschiedenem Masse. Aber auch die desselben im geringsten Masse benöthigten vermögen während der Vegetationsperiode kaum ein paar Wochen im Dunkeln auszuhalten, ohne braun zu werden und abzufallen, während sie zwischen November und März Monate lang unter der Schneedecke oder von einem Reisig- oder Holzhaufen zu Boden gedrückt ausdauern. Die Wärme ist für sie wichtig schon dadurch dass sie die reichlich in den Blättern enthaltene dunstreiche Luft in Bewegung setzt. Nach Wiesner's Beobachtungen[3] steigert die Zunahme der Temperatur die Transpiration wintergrüner Blätter (*Abies ex-*

[1] Sachs, Botanische Zeitung. 18. Jahrg. 1860. S. 122.

[2] Botanische Zeitung. 18. Jahrg. 1860. S. 123 u. fg.

[3] Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse. 64. Bd. der Sitzungsberichte der k. Akademie d. Wissensch. I. Abth. Nov.-Heft 1871. S. 35.

celsa, Berberis aquifolium) weit weniger als diejenige sommergrüner, wie erstere überhaupt weit weniger dünsten als letztere, was bereits Duhamel [1] angibt.

Th. Hartig [2] versichert die auffallende Thatsache erhoben zu haben, dass im aussergewöhnlich milden Winter 1859/60 eine junge Fichte nicht merklich geringere Wassermengen aushauchte als im darauffolgenden Frühjahr eine treibende Fichte gleicher Grösse.

Ausserdem übt grossen Einfluss Feuchtigkeit oder Trockenheit der umgebenden Luft. Bei Regenwetter sinkt die Blätterdünstung nahezu auf 0 herab. [3] Auch der Spannungszustand des Gewebes muss Einfluss auf die Luftwege des Blattes und damit auf die Grösse der Dünstung haben.

Die täglich zu beobachtende Regelmässigkeit in Steigen und Abnahme der Blätterdünstung betrachtet man als einen von den äussern Umständen unabhängigen Akt der Lebensthätigkeit.

An einer geringelten, jedoch kräftig fortvegetirenden Weymouthskiefernstange bemerkte Th. Hartig [4] eine im Vergleiche mit einer unverletzten Stange derselben Art und von gleichem Saftgehalt in der Krone auffallend geringere Dünstung, so dass er daraus den Schluss zieht, die geringelte Stange habe den Saft in der Krone an sich gehalten.

Die Blätter haben aber auch eine chemische, saftzersetzende und Substanz bildende Aufgabe, indem sie, wie wir unten S. 119 sehen werden, die sie umgebende Luft entmischen.

Der von den Blättern eingedickte und veränderte Saft geht auf ähnlichem Wege wie er zu den Blättern gelangt, d. h. durch Nervenzweige, Nerven und Blattstiele herab. Solches jedoch nicht in den Holzzellen, sondern in dem diese unterseits begleitenden Siebfasergewebe.

1 Physique des arbres. I. p. 127.

2 Botanische Zeitung. 19. Jahrg. 1861. S. 20.

3 Hartig, Lehrbuch für Förster. I. S. 317.

4 Botanische Zeitung. 19. Jahrg. 1861. S. 21.

Hoffmann (Botanische Zeitung, 8. Jahrgang. 1850. S. 842) freilich, der Weidenzweige ihre Blätter in Salzlösung tauchen liess, fand dass letztere von den Blättern aus ins Holz der Zweige und hier hauptsächlich in der Umgebung der Markscheide sowohl aufwärts als abwärts drang. Die Anwendung einer Salzlösung scheint uns aber nicht das rechte Mittel zu Erkennung des normalen Weges der absteigenden Flüssigkeit zu sein, ebensowenig als eine nicht äusserst verdünnte Kalisalzlösung, indem sie in die Pflanze aufsteigt und aus deren Blättern ausschwitzt, eine normale vegetative Thätigkeit feststellt.

Aus der Erfahrung an der Föhre S. 113 erhellt, dass die Blätter mit ihrem Stofferzeugniss über ihnen stehende Stengeltheile, Blätter und konsequent Früchte entwickeln helfen. Leichter noch begreifen wir dass sie die an ihrem Grunde stehenden Knospen oder noch tiefer stehende Früchte theilweis oder ganz ernähren. Die um ein Jahr längere Dauer des Fruchtreifens der aquitanischen Form der Korkeiche möchten wir dem Umstande zuschreiben, dass letztere nur eine Blättergeneration hat, so dass die Eicheln am kahlen zweijährigen Holz ausreifen müssen, während die Eicheln am jährigen Holze der auch am vorjährigen Schosse noch beblätterten mittelländischen Hauptart in einem Jahre zur Reife gelangen.

Derselbe von den Blättern kommende Saft liefert grösstentheils das Material zur Bildung des Holzringes, daher man die Blätter auch als die holzerzeugenden Organe betrachten muss.

Indessen darf man sich den Zusammenhang zwischen Blättern und Holzring nicht allzu greifbar vorstellen. Denn wenn auch, wie wir weiter S. 152 sehen werden, unter Umständen bei einseitiger Belaubung vorwiegend einseitige Entwicklung des Holzrings erkennbar ist, zeigen doch zweizeilig beblätterte Zweige einen wagrecht erbreiterten Holzkörper ebensowenig, als in weiten dichten Reihen stehende Bäume einen dem zweiseitigen Stande der Aeste entsprechenden elliptischen Stammesquerschnitt.

Die **Lebensdauer** der Blätter von Holzgewächsen ist bekanntlich sehr verschieden. Bei den meisten Nadelhölzern

und einer Anzahl Laubhölzer dauern die Blätter mehrere bis viele Jahre. Aber die Mehrzahl der Bäume und Sträucher, zumal unseres Himmelsstrichs, hat nur sommergrüne Belaubung. Die gewöhnliche Dauer aller Blätter erfährt jedoch Verlängerungen und Kürzungen unter dem Einflusse mannigfacher Umstände, die wir nachfolgend besprechen wollen.

Das Licht- oder Schattenbedürfniss der Belaubung der einzelnen Holzarten ist sehr verschieden und lässt sich in keine allgemeine Regel bringen.

Ebensowenig lässt sich ihre Dauer, wie schon geschehen, mit ihrem Licht- oder Schattenbedürfniss in Verbindung setzen. Allerdings hat die lichtbedürftige Föhre zwei- bis dreijährige, die schattenertragende Fichte siebenjährige, die Dunkelstand liebende Tanne neunjährige Nadeldauer. Allein die der Föhre so verwandte Krummholzföhre hat ebenfalls unter Umständen neun-, ja zwölfjährige Blättergenerationen und die schattenertragende Weymouthsföhre behält die Nadeln nicht einmal zwei Jahre.

Wiesner[1] stellt den Satz auf, dass die lichtständigen Blätter der Laubgewächse bedeutend länger dauern als die schattenständigen. Er scheint aber im Widerspruch mit einigen Thatsachen zu stehen.

Isolirte und Traufbäume pflegen ihr Laub früher zu verlieren, als im Bestande stehende. An ältern Bäumen ohnediess entblättert sich der starkbesonnte Gipfel meist vor den untern Partieen. An Hecken bleibt häufig die schattenreiche Seite länger belaubt als die Sommerseite. Ueberhaupt bedünkt uns der Lichtreiz die Lebensdauer der Blätter abzukürzen. Eine Ausnahme hievon würden nur die Blätter von *Ficus repens*, *Cyclamen europaeum* und, wie es scheint, auch Epheu bilden, an welchen man die beschatteten Theile kann zuerst vergilben sehen. Dass gänzlich verschattete Zweige ihr Laub verlieren, wie überhaupt ein solches nicht mehr zu ordentlicher Entwicklung bringen, gehört natürlich nicht zur Frage.

Von grossem Einflusse sind Länge und Natur des Sommers, d. h. anhaltende milde Witterung ohne namhafte

[1] Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse. 64. Bd. der Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. 1. Abth. Nov. 1871. S. 7.

Schwankungen vom Tage zur Nacht. Darum behält auf Madeira die dort eingeführte Stieleiche ihre grünen Blätter bis Mitte Dezember. Auch Apfel- und Birnbaum entlauben sich im gleichen Monate. Der Pfirsichbaum verliert daselbst sein Laub kaum den Winter über und blüht vom November durch Dezember und Januar, so dass man schon im Februar an ihm reife Früchte findet. In Unteritalien verlieren nach Tenore (Wiesner) Ahorn, Esche, Nussbaum, Pappel und Linde ihr Laub, dem in Deutschland die Frostnächte des Oktober ein Ziel zu stecken pflegen, erst Ende November, Apfelbaum, Birke und Ulme aber Ende Dezember.

Theilweis ist freilich die späte Entlaubung unserer Bäume im Süden eine Folge der Unterbrechung der Vegetation durch die lange Sommerdürre. Eben desshalb fällt das Laub dort auch, wie Heer von Madeira erzählt, nicht in kurzer Frist, sondern allmählich herab, ohne Zweifel das ältere früher als das jüngere. Man kann also sagen, unsere Bäume entschädigen sich dort für den durch den trockenen Sommer erlittenen Zeitverlust tief in den milden Winter hinein. Und weil es auf Madeira im Winter nicht kälter ist als bei uns im Sommer, so wird daselbst das Laub nicht rasch wie bei uns zu Falle gebracht, sondern bleibt bei der Buche am Baume hängen bis das neue austreibt, wie öfters bei uns in kollerwüchsigen Oertlichkeiten, wo es spät im Jahre nachtreibt. — Die Milde des Winters kann sogar die Belaubung theilweis erhalten. Z. B. der Mandelbaum, der bei uns seine Blätter im November fallen lässt, behält sie in Frankreich in milden Wintern fast bis zum Wiederausschlag. Die Pistazie verliert ihre Blätter im Winter in Oesterreich, behält sie aber in dessen italienischen Provinzen. Der Liguster endlich, der bei uns sein Laub verliert und nur in auffallend milden Wintern wie 1872/73 und 1873/74 theilweise nicht abwirft, behält es in geschützten Lagen auf der Südseite der Alpen und regelmässig in Süditalien.[1]

[1] v. Martens, Italien. II. Theil. S. 87.

In unserem deutschen Klima zeigt sich mit dem Eintreten der im August beginnenden Temperaturschwankungen einiges Vergilben der Buchenbestände. Es nimmt gegen den Herbst von Woche zu Woche zu und spricht sich besonders in den verschiedenen Freilagen aus.

An den Westhängen der schwäbischen Alb z. B. kann sich der Wald bereits gefärbt, aber an den Ostseiten noch wenig verändert haben, so dass sich dieselbe vom Hohenzollern aus schon gelb, vom Hohenstaufen noch grün ansieht.

Ein einziger auf eine frische oder neblige Nacht folgender schön sonniger Oktobermorgen färbt öfters die Belaubung der Bäume gelb.

Zumal die ersten empfindlich kalten Nächte des Spätjahres pflegen in die Existenz der Baumblätter sichtlich einzugreifen. Nach wenigen darauf gefolgten Stunden Sonnenscheins oder Regens kann die ganze noch grüne Belaubung üppiger Eschen abfallen. Besonders früh entlauben sich gewöhnlich kalte und über Tag der Sonne ausgesetzte Waldthäler. Hier können Eschenblätter schon Ende August braune Frostflecken bekommen.

Zumal in späten kühlen Jahren, wenn Frühlingsfröste der ersten Blättergeneration geschadet haben, verfällt die Belaubung weniger vorbereitet den herbstlichen Elementen. Die Entblätterung erfolgt aldann rascher und es fallen mehr Blätter grün ab.

Auch trockenkalte Winde tragen zum raschern Absterben der letzteren bei.

Reichliche Saftzufuhr verlängert das Leben der Blätter. Darum treiben junge Pflanzen noch im Herbst und schliessen ihre Vegetation später ab als ältere. Ende August 1865 z. B. hatten in einer Saatschule dreijährige Fichten in der Hauptsache schon zu wachsen aufgehört. Die Fichtenkeimlinge des Jahres trieben zu dieser Zeit noch lebhaft und schlossen erst Anfangs Oktober ab. Die frühest austreibenden endigen zugleich ihre Blätterthätigkeit am spätesten. Wegen Saftfülle bleiben Eichenstockausschläge auch bei uns häufig

bis in den November so frisch belaubt, dass man daraus noch Kränze flechten kann. Gipfelblätter junger Bäume, weil am meisten Saft erhaltend, bleiben gern länger grün als am übrigen Baum. Endlich erhalten Pappeln oder Gleditschien, welche an einem bebauten Felde stehen, ihre Belaubung vierzehn Tage länger grün als solche nebenanstehende deren Wurzeln sich aus Wiesgrund ernähren, und kehrt sich das Verhältniss entsprechend um, nachdem man das Feld hat brach liegen und den Wiesgrund umbrechen lassen.

Dass sich die Belaubung von Holzpflanzen welche auf guanogedüngtem Boden erwachsen, länger erhält als sonst, auch an verpflanzten kürzer als an nicht verpflanzten, steht wohl mit den vorerwähnten Erscheinungen im Zusammenhange.

Wiesner [1] fristete die Belaubung von Zweigen wochenlang über die gewöhnliche Abfallzeit hinaus, indem er darauf Saftdruck wirken liess. Abgeschnittene Zweige, in Wasser gestellt, entlaubten sich bei Demselben normal, aber früher als andere, weil sie nach seiner Erklärung [2] sich des natürlichen Saftdrucks nicht mehr erfreuen. Wiederholung der Versuche an Gipfelzweigen alter grosser Bäume, wo ein Saftdruck nicht mehr im Spiele sein kann, dürften weiteres Licht über den Gegenstand verbreiten.

Umgekehrt wird die Blätterdauer durch Saftmangel gekürzt. Wir wissen dass unter den Tropen die Baumvegetation zur Zeit der Trockenheit stille steht und die Belaubung abfällt.

Bei uns können die Bäume im Juli und August ihr herbstliches Kleid anlegen in Folge abnorm trockener Witterung (1834, 1842). Die Bäume entfärben sich dann, je nach ihrem Stande, d. h. ihrer Zugänglichkeit für die heissen Sonnenstrahlen, auf der Süd- oder der Westseite (Eiche, Linde).

In gewöhnlichen Jahrgängen erreicht die Saftarmuth des Baumkörpers den Sommer über steigend ihren Gipfelpunkt zwischen September und Oktober. Gesellt sich dazu im Hochsommer, wie gewöhnlich, besonders trockene Luft, so erklärt

[1] Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung etc. S. 31.
[2] Daselbst. S. 28.

sich auch schon hieraus theilweise die Entfärbung des Waldes, welche bei der Buche im August, d. h. zu einer Jahreszeit schon merklich zu sein pflegt, wo nächtliche Erkältungen noch nicht immer hinzutreten.

Trockenheit des Bodens steigert die Saftarmuth. Alljährlich macht sich auf der ganzen Länge des nördlichen schwäbischen Albabhangs etwa in halber Höhe durch den Laubwald ein schmaler Streifen mit flachem Steingrund geltend, auf welchem sich die Belaubung um einige Wochen früher gelb färbt als darüber und darunter. — Durch Laubrechen entkräftete und ausgetrocknete Böden zeigen ein besonders frühes Buntwerden der darauf stehenden Laubbestände.

Als Folge des Nahrungsmangels sieht man an, dass Föhren auf magerem Grunde weniger Nadelgenerationen zeigen als auf gutem. Wir glauben übrigens dasselbe an der Seeföhre auf sumpfigem Boden bemerkt zu haben.

Besonnung, Luft- und Bodentrockenheit wirken zusammen an den ausgebrannten magern Felsen des südlichen Tyrols und den dürren grandigen Steilhalden unsrer Muschelkalkformation. An erstern wirft der Perrückenstrauch seine Blätter vorzeitig mit gelbrother Farbe ab, während dieselben auf dem fruchtbaren Boden unsrer deutschen Gärten erst im November und noch ganz grün vom Froste getroffen, abfallen. Ebenso namhaft oder grösser noch wird der Unterschied sein im Ableben der Belaubung von Bäumen, auf trockenem Kalk- und solchen auf gewöhnlich wasserreichen Gneiss- und Schiefergebirgen.

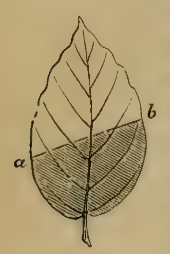
Blätter an Stämmen und Aesten welche geringelt wurden, schlagen im Frühjahre später aus, wechseln frühe die Farbe und fallen vor der Zeit ab.

Zahlreiche Holzarten welche auch nur vorübergehend empfindlichen Wassermangel litten, büssen darob ihre Belaubung ein. Die Blätter nehmen zwar nachher wieder Wasser auf, wenn es ihnen zugeführt wird, fallen aber wenige Tage später grün ab. So im Zimmer bei Kirschlorbeer, Pomeranzen und selbst einigen krautartigen Pflanzen.

Grosser Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft ver-

längert die Existenz der Blätter. Grün abgefallenes Laub bleibt am feuchten Boden oft lang unverfärbt liegen.

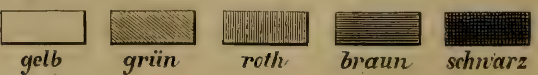
Auch **mechanische Verletzungen** kürzen die Lebensdauer der Blätter. Das Knicken von Zweigen, das ringförmige Abschaben ihrer Rinde oder derjenigen der Blattstiele[1] hat die Entfärbung d. h. Roth- oder Gelbwerden der Blätter zur Folge. Die Verletzung des Hauptnerves am Buchenblatte durch den eierlegenden Sprungrüsselkäfer lässt häufig ersteres gegen die Spitze hin vergilben. Auch das Kratzen eines Dorns über die Breite eines Buchenblattes (a—b) macht dieses im ausserhalb gelegenen Theil gelb, über die Breite eines Perrückenblatts in demselben Theile roth oder gelbroth.



Bei Pfeifenstrauch, dessen Blätter durch 3 Hauptnerven in 4 lange Felder getheilt werden, vergilbt häufig das entsprechende Feld nach der Verletzung irgend einer Stelle oder des Blattrandes. Selbstverständlich ist endlich, dass auch Ablösung, oder besser gesagt, breites Unterminiren der Oberhaut von Eichblättern durch Minirräupchen diese zum Austrocknen und Absterben bringen kann. Auch kräftige Birkenblätter kann man im September so von Minirgängchen durchzogen finden, dass dadurch Theile des Randes oder dem Hauptnerv genäherte Stellen des Blattes aus Mangel an Saftzufluss absterben. Ferner verursachen Anschwellungen des Hauptnervs in Folge von Insektenstichen an Hainen (Fig.), Galläpfelchen auf den Nerven der Rückseite von Eichblättern im August ein Gelb- oder Braunwerden und Absterben des ausserhalb befindlichen Blatttheiles.



Zum Verständnisse der beifolgenden Blätterzeichnungen.



[1] Wiesner a. a. O. S. 26.

Nun kann aber mechanische Verletzung von Blättern auch entgegengesetzt wirken, d. h. das Leben des Blattes theilweis erhalten. Man findet Buchenblätter die dem Hauptnerv parallel, von Dornen gekratzt, in Felder getheilt worden waren und woran solche Felder allein grün blieben (Fig. a, a).

a a

Auch an vergilbten zerrissenen weichen Blättern von *Rubus odoratus* unserer Gärten sieht man im Oktober nur die Umgebung von Löchern oder Rissen noch grün.

Noch häufiger aber kommt es bei Minirkerfen vor, dass sie den mit ihrer Verletzung im Saftzusammenhange stehenden Theilen des Blattes, selbst wenn dieses sonst seit Wochen braun und dürr geworden, grüne Farbe und Leben sichern.

In dem gelbbraunen Apfelbaumblatte (Fig. 1) z. B. blieb die ganze durch die Mine abgeschnittene Saumfläche grün. An dem folgenden Hainenblatte (Fig. 2) wurde der grössere Theil der rechten Hälfte mit unbestimmter Grenze grün erhalten. Das beigegebene Eichblatt (Fig. 3) behielt in Folge der Minen grüne Nervenwinkel.

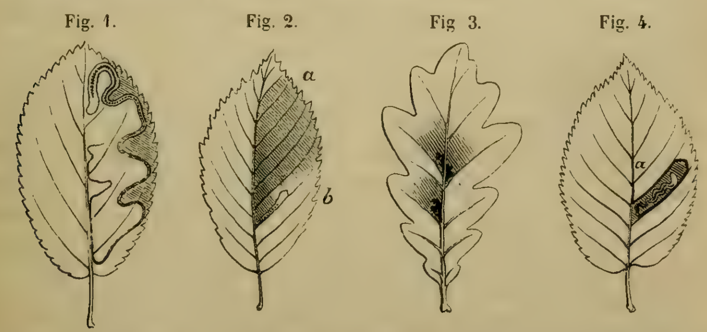


Fig. 1. Fig. 2. Fig 3. Fig. 4.

An Haselblättern ist häufig handgreiflich und in die Augen fallend, wie eine Mine ringsum auf die Umgebung konservirend wirken kann, es sei denn dass letztere von einem Hauptnerv durchzogen wäre. Ein solcher pflegt in zwei gesonderte, unabhängige Felder zu trennen. Noch häufiger und merkwürdiger ist die Schärfe womit an Hainenblättern das Minirräupchen das Feld zwischen zwei Hauptnerven durch seinen Minirgang umgrenzt (Fig. 4). Es kommt jedoch auch ein Uebergreifen der ihre Farbe erhaltenden Stellen über die Hauptnerven vor, im

Falle nämlich die Mine im Nervenwinkel sitzt. Auch an Blattauswüchsen welche von Gallschnäkchen herrühren, bemerkt man häufig ein ähnliches Grünbleiben der Blattumgebung.

Endlich scheinen selbst Pilze eine analoge Fähigkeit der Erhaltung des Blattgrüns inmitten der gelben Farbe absterbender Blätter zu besitzen. (Fig.) Man bemerkt solche Pilze häufig an gemeinem und am Spitzahorn. Die eine Art, *Xyloma acerinum Pers.*, in Form grosser tropfenförmiger schwarzer Flecken, umzogen von einer schmalen gelben Linie und durch verzweigte schmale schwarze Linien mit dem feinern Nervennetze des Blattes, vermittelst einer oder einiger hervorstehender Spitzen in der Regel auch mit den benachbarten Hauptnerven zusammenhängend. Die andre nur als zartfaseriges weisses Gewebe auf der Rückseite des Blattes erscheinend und noch schärfer als im erstern Falle grün bleibende Platten bezeichnend. Auch bei der Birke (Fig.) sieht man von einzelnen runden, unmittelbar gelbgesäumten schwarzen Pilzen einen grünen Streif durch das gelbe Blatt zu dessen Rande ziehen.





Willkomm (Mikroskopische Feinde, S. 148) sagt von parasitischen Pilzen, dass sie auf den Assimilationsprozess anregend wirken. Wir möchten uns aber die vorstehenden Erscheinungen verlängerten Lebens und der Lebensthätigkeit einzelner Blättertheile erklären durch eine Unterbrechung des Saftzuflusses in Folge der abgeschnittenen Zuleitungsgefässe. Das betreffende Gewebe hat hier offenbar seine Lebensaufgabe noch nicht erfüllt, wie die äussersten Gipfelblätter einer jungen Pappel. Freilich stehen die verzeichneten Thatsachen im Widerspruche mit der oben angeführten Wahrnehmung dass Blätter mit reichlichem Saftzuflusse länger leben als andre. Auch ist dabei merkwürdig dass diese stellenweise minirten Blätter mit den übrigen abfallen, ihr Leben also nur zum Theile gefristet wird.

Einige Holzarten, z. B. Liguster und *Crataegus pyracantha,* überdauern mit ihrer Belaubung unsre Winter nur wenn diese sehr mild sind und der vorausgegangene kühle Sommer die Blätter im Abschluss ihrer Thätigkeit behindert hat, wie z. B. 1872—73.

Ausserdem haben Individuum und Baumestheil Einfluss auf die Dauer der Blätter.

Wie es einzelne besonders früh oder spät austreibende Bäume einer Holzart giebt, so behalten auch einzelne Individuen ihre Belaubung kürzer oder länger. Ein gesetzmässiger Zusammenhang zwischen Früh oder Spät beim Austrieb und beim Ableben der Blätter scheint aber nicht zu bestehen.

Bei jungen Bäumen geht der Safttrieb besonders nach dem Gipfel, wo sich in der That die Blätter bei vielen Baumarten im Herbste viel länger erhalten. An alten Bäumen weilt der Saft mehr in deren untern Theilen und stirbt das Laub in der Krone zuerst ab. Diese Erscheinungen gehen Hand in Hand mit dem Abnehmen der Lebhaftigkeit des Gipfeltriebs. Aus dem angegebenen Verhalten alter Bäume auf sinkende Lebenskraft zu schliessen ist ebenso wenig gerechtfertigt wie in Folge von Freistellung gipfeldürr gewordene Bäume als absterbend zu betrachten.

An manchen Bäumen, z. B. kanadischen Pappeln, Birken auch Buchen, bemerkt man nicht selten ein frühes Gelbwerden einzelner Zweige und Blätter. Beide Fälle wohl Folge ungenügenden Saftzuflusses, bei der Pappel vermuthlich im Zusammenhange mit den vielen sich später bildenden „Absprüngen“, bei der Birke die ältern Blätter treffend.

An einigen Schotenbäumen, z. B. *Robinia caragana, Cytisus alpinus* und *Gleditschia triacanthos*, die auf geringerem Boden stehen, vergilben früher als die übrige Baumkrone einzelne reichlich schotentragende Zweige, wie wenn den Blättern durch die Schoten der nöthige Nahrungszufluss entzogen würde.

Duhamel [1] lässt die Blätter im Herbst absterben, theil-

[1] Physique des arbres I. p. 130.

weis in Folge fernerer Verdickung des Holzrings nach eingetretenem Stillstand im Wachsthume des Blattstiels.

Dagegen lässt sich nur geltend machen, dass der Jahresring im August, wo das Vergilben beginnt, bereits abgeschlossen zu sein pflegt. Einige Wahrheit scheint jedoch in dem Satze zu liegen. Wenigstens erweitern sich an der Tanne mit ihren langlebenden Nadeln, mit dem Alter, also dem Dickerwerden der Zweige auch die Narben auf denen die Blätter sitzen. Sodann bemerkt man bei einer Anzahl von Nadelhölzern, dass an den stark wachsenden Haupttrieben die Nadeln früher abfallen als an den Seitenzweigen. Ebenso lösen sie sich früher auf der Unter- als auf der Oberseite der Aeste. Vielleicht dass dabei nicht bloss Ausdehnung und theilweises Einreissen der Rinde in Folge der Verdickung des Holzkörpers im Spiele sind, sondern auch die durch letztere erschwerte Nahrungszuleitung vom Holzkörper aus vermittelst des zu dem Blatte führenden Gefässbündels. Es würde sich dadurch erklären dass an Stämmen oder Aesten welche sich fast nicht verzweigen, wie an der sogenannten Schlangenfichte, an der Legföhre und an aufgeästeten jungen Stämmen die Nadeln sich ein oder einige Jahre länger erhalten, als sonst. (Kritische Blätter 46. B. II. H. S. 112.) An beiden, weil ihr Holzkörper sich sehr spärlich verdickt.

Am einzelnen Schosse des Holzgewächses pflegen die Blätter nach Massgabe ihres Alters abzuleben, die Blätter der Johannistriebe vor denen des ersten Schosses, die Gipfelblätter der Schosse nach denen am Grunde. Die Erstlingsblätter, später die untersten, fallen oft auffallend früh, an der Edelkastanie z. B. öfters schon im Juni gelb ab. In kühlen Frühjahren verliert der Apfelbaum nicht selten seine ersten Blätter im grünen Zustande. Bei Nadelhölzern z. B. Tanne, Lärche können sich Blätter mit Knospe in ihrer Achsel länger erhalten als andre.



An absterbenden Blättern bemerkt man eine Menge Besonderheiten.

Entweder verfärben sie sich auf ihrer ganzen Fläche gleichzeitig oder ergreift das Ableben nur gewisse Theile, z. B. den Saum, wie bei Birke (Fig.), Syringe, Berberitze, oder den Saum und die zwischen den Nerven liegenden parallelen Schrägfelder. wie bei Traubenkirsche. Oder end-

lich vergilben zuerst der Rand und die sich verzweigenden Nervenpartien *(Populus monilifera)*. Insbesondre ist bei der Hainbuche der gewöhnliche Verlauf, dass Haupt- und Seitennervenpartien, zugleich oft der Blattsaum, zuerst gelb werden (Fig.). Bei der Hasel bemerkt man ein ähnliches Zuerstvergilben des an die Hauptnerven anstossenden Gewebes. Ausserdem giebt es wiederum Blätter die, fast gänzlich gelb, gegen ihren Rand in der Umgebung der Seitennerven grün geblieben sind.



Wiesner hält das Längergrünbleiben der Umgebung der Seitennerven für normal und den umgekehrten Fall für eine Fäulnisserscheinung, weil er ihn bei in feuchtem Raum eingesperrten vergilbenden Blättern bemerkte. An unsern Hainenblättern scheint der erstere Fall normal und ist meistens nichts von Fäulniss zu bemerken. Dagegen finden sich an ihr halbvergilbte braungrünscheckige Blätter, an denen die letztgenannte Farbe sich nicht selten besonders längs der Seitennerven erhalten hat und auf der Unterseite entsprechenden Beginn von Pilzbildung zeigt.

Dass „unzweifelhaft die den Wasser zuführenden Gefässbündeln zunächstgelegenen Parenchymzellen sich am längsten grün erhalten, die entferntesten, besonders Spitze und Ränder am frühesten verfallen“, wie Wiesner (Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung, S. 15) angiebt, vermögen wir nach Vorstehendem nicht allgemein zu erkennen.

An manchen Blättern, z. B. des Spitzahorns, bemerkt man, dass während schon das ganze Blatt sich verfärbt hat, zerstreute, namentlich auch längs den Hauptnerven sich häufende einzelne Maschen (Viereckchen) noch grün sind und dem Blatt ein gesprenkeltes Ansehen geben (Fig.); wie wenn die einzelnen Maschen ein gewisses individuelles Leben führten.



Die gewöhnliche **Farbe der ablebenden Blätter** ist die gelbe. Sie entsteht offenbar durch eine Veränderung des grünen Chlorophylls.

Es giebt eine Anzahl Holzarten, deren Grün immer nur in Gelb übergeht. So z. B. Massholder und gemeiner Ahorn, Erlen, Birken, Ross- und Edelkastanien, Zürgelbaum, Bohnenbaum, gemeine Esche, Wallnussbaum, Tulpenbaum, Gaisblätter, Philadelphus, Robinia, Linden, Pimpernuss und Syringen.

Bei andern Holzarten erscheint beim Ableben der Blätter häufig oder regelmässig statt der gelben oder neben der gelben die rothe Farbe.

Ueber die Natur dieser die Rolle einer leichten Säure spielenden rothen Farbe sind die Ansichten sehr getheilt. Nach H. Mohl ist sie nicht die Folge einer Veränderung des Chlorophylls, sondern einer neben dem letztern entstehenden rothen Zellflüssigkeit welche das Grün nur verdeckt, nicht ersetzt. Diese Ansicht wird von andern neuern Forschern getheilt. So auch von Morren, der ausdrücklich allen Uebergang des Blattgrüns in Blattroth und das letztere in ersteres leugnet (S. 146) und zu Unterstützung seiner Ansicht geltend macht, dass man den rothen Farbstoff häufig in Geweben und in Zellen finde, die noch nie Chlorophyll enthalten haben und es sich in der Dunkelheit, im Innern von Pflanzentheilen (rothe Blütekronen), an etiolirten Pflanzen und Schmarotzerpflanzen entwickle, welche kein Chlorophyll enthalten können. Dieser Entstehung des rothen Farbstoffes sei Licht wie Wärme günstig und förderlich, jedoch nur mittelbar als allgemeines Belebungsmoment (S. 111); der Vegetation ungünstige Einflüsse scheint er als direkt fördernd anzusehen. Diesen Erklärungen gegenüber steht diejenige von Treviranus[1], dem zufolge man ohne Schwierigkeit sieht dass nach dem Eintritte der rothen Färbung das Chlorophyll nicht durch eine rothe Zellflüssigkeit verdeckt, sondern ersetzt ist, daher auch das Berzelius'sche Erythrophyll kein Körper sei wie das Chlorophyll, sondern nur eine Bezeichnung für den die Zellen erfüllenden rothen Saft.

Wir sind ausser Stand, bestätigen oder läugnen zu wollen dass sich die rothe Färbung von Pflanzentheilen ohne direkte

[1] Botanische Zeitung. 18. Jahrg. 1860. S. 283.

Lichteinwirkung und ohne Modifikation etwa vorherbestehenden Blattgrüns ausbilden könne. Doch sei bemerkt dass das Licht auch auf namhafte Tiefe der Gewebe wirkt. Wir werden sehen dass das blosse diffuse Tageslicht durch die Rinde hindurch einen namhaften Chlorophyllgehalt des jungen Buchenholzes bewirken kann. Darf es uns da wundern, wenn wir im Splint, nach Morren auch im Bast, und vorzugsweise gegen den Herbst die rothe Färbung des Splintes finden? In der unendlichen Mehrzahl der Fälle übrigens sehen wir das Roth unter direkter Lichteinwirkung statt oder aus der grünen entstehen. So ist die Blattscheide des gewöhnlichen Zimmerfikus im Schatten hellgrün, in der Sonne lebhaft roth. Auch die jungen Blätter der Pflanze, im Schatten dunkelgrün, färben sich an der Sonne rothbraun.

Morren bemerkte dass bei Rothkohl die rothe Färbung vom Wurzelhals abwärts fehlt, und schliesst daraus auf Befähigung nur gewisser Gewebe zu Annahme der rothen Farbe. Ist nun dieser Satz kaum bestreitbar, wie auch unsere umstehend aufgezählten, ihre Belaubung röthenden Holzarten bestätigen, so ist doch in dem vorliegenden Falle der Rothkohlwurzel der Mangel rother Farbe einfacher als Folge der Bodenfinsterniss zu betrachten. Die bleichfarbigen Kotyledonen der Eichen, durch Aufgraben der sie bedeckenden Erde blossgelegt und dem Lichte zugänglich gemacht, färben sich in kurzer Zeit hochroth. Wie ja auch Morren einen analogen Fall anführt, wenn er sagt unter einem geschwärzten Glasrezipienten nehme die Belaubung der Blutbuche nur rosige Färbung an. Was auch so sein muss, da man selbst am Baum im Freien die intensivere Färbung der Blätter in den von der Sonne beschienenen Theilen bemerkt.

Insbesondere ist aber das Rothwerden der Baumblätter gegen deren Lebensende im direktesten Zusammenhange mit äussern Einflüssen. Wir stellen die bezüglichen Wahrnehmungen nachfolgend zusammen.

Nicht selten stellt sich das Herbstroth nur an den Nerven der Blätter ein. So bei Quitte, auch Spitzahorn, Ausschlägen

der gemeinen Eichen und anfänglich der amerikanischen Rotheichen. Es sitzt hier so oberflächlich dass man es leicht abschaben kann. Bei andern, zum Theil auch den bereits genannten Holzgewächsen erscheint das Roth vorzugsweis an den Spitzen der Blätter oder an deren Rand, hier öfters in Form von nervenbegrenzten winkligen Randstellen (Mespilus), oder die Blattspreite mehr oder weniger, bei vielen gänzlich bedeckend.

Holzarten deren Belaubung alljährlich sich ganz oder grossentheils roth zu färben pflegt, sind Spitzahorn, Zuckerahorn, *Amelanchier*, Berberize, *Cornus alba* und *sanguinea*, *Crataegus glandulosa* und *coccinea*, *Deutzia scabra*, *Evonymus europaeus* und *verrucosus*, Jungfernrebe, Birnbaum, Wildkirsche, Traubenkirsche, Elsebaum, *Quercus coccinea*, *rubra* und andere amerikanische Arten, *Rosa*- und *Rubus*-Arten, Perrückenstrauch, Essigbaum, Wasserholder, Schlingstrauch. Verwandtschaft der Holzarten unter sich deutet zuweilen nicht auf Fehlen oder Auftreten der herbstlichen Röthung. Bei Aspe ist Rothwerden häufig, bei Silberpappel sahen wir es noch niemals.

An der Haine ist die Herbstfarbe der Blätter gelb. Zuweilen findet man aber nach vorausgegangenen Frösten an der Ostseite von solchen Bäumen Zweige mit blutrothen Blättern. Wiesner fand auch junge Ulmen zuweilen roth.

Dass die rothe Färbung der Pflanzentheile überhaupt mit den Sonnenstrahlen zusammenhängt, zeigt die häufig einseitige Röthung mancher Stengel, Blattstiele und Früchte. Man kann ja auch an letztern durch Aufkleben von ausgeschnittenen Papier- oder Tafftzeichnungen grüne Figürchen inmitten der rothen Farbe erhalten. Insbesondere bemerken wir aber noch bei der herbstlichen Röthung der Blätter den handgreiflichen Einfluss der Sonnenstrahlen auf deren Oberseite. Decken sich zwei Blätter zum Theil von der Seite, so bleibt der bedeckte Theil der einen Blattoberfläche grün oder wird gelb und trägt sogar die scharfrunde oder zackige Zeichnung des deckenden Blattrandes. (Perrückenstrauch, *Crataegus*

glandulosa. Fig.) Hat bei Jungfernrebe ein durchlöchertes Blatt als Decke eines andern gedient, so zeigt das bedeckte Blatt rothe Färbung an der Stelle jedes Loches, wodurch die Sonnenstrahlen Eingang gefunden. An manchen Blättern endlich sieht man deutlich dass die rothe Farbe tieferliegende Rinnen der Blattrippen, überhaupt für das Licht unzugängliche Theile, auch häufig die Unterseite der Blätter gemieden hat.



Dass die rothe Färbung sich aber auch unter dem Einflusse bloss reflektirten Lichtes ausbilden kann, lehren die Abänderung des gemeinen Ahorns mit rother Blätterunterseite, ringsum lebhaft roth gefärbte Aepfel, Blätter von *Crataegus glandulosa, Ribes etc.,* welche die Sonne kaum bescheinen konnte. Auffallend ist dagegen, dass wenn man gegen Herbst Rotheichenbüsche mit Reisig behängt, die darunter befindlichen Blätter weder roth noch gelb, sondern, wie vom Froste getödtet, braun werden.

Als ein wesentliches, der Rothfärbung vorausgehendes Moment erscheinen die Herbstfröste. Nach einigen kalten Nächten bei sonst heiterer Witterung tritt die rothe Farbe wie mit einem Schlag ein. Diesen ursächlichen Zusammenhang kannten nach Treviranus [1] schon Murray und Macaire.

Bei den einen Holzarten färben sich die Blätter ganz, jedoch vorzugsweis auf der Oberseite, bei andern nur Theile derselben. Daher die Röthung der Mittestreifen der Felder zwischen den Seitennerven der Blätter von *Evonymus europaeus,* Perrückenstrauch (Fig.), Schlingstrauch und von *Crataegus glandulosa,* bei dieser die Felder bald nur als symmetrischen Mittestrich durch-



[1] Botanische Zeitung. 18. Jahrgang. 1860. S. 281.

ziehend, bald sich einseitig scharf an den Seitennerv anlegend. Ersteres bei schwacher Besonnung, letzteres bei starkem Seitenlichteinfall.

Wie beim Gelbwerden, so auch beim Sichröthen des Laubes ist gewöhnlich ungenügende Saftzufuhr im Spiele.

Darum färben sich in heisstrockenen Sommern einzelne Aeste, ja sehr häufig die ganze Krone von Birnbäumen blutroth. Winters darauf stirbt das Holz das die rothen Blätter getragen hatte, ab. Selbst in einem darauffolgenden gewöhnlichen Jahre kann sich an einzelnen Aesten als Nachspiel derselbe Vorgang wiederholen. An im Ganzen noch lebhaften Perrückensträuchern färben sich in mittäglicher Lage die Blätter dünner verkümmerter Zweigchen stark roth. Nicht leicht werden sich Hartriegel, Spindelbaum u. dgl. früher und intensiver roth färben, als an den dürren Steilhängen des Muschelkalkgebietes. Knickt man im August den Gipfel von *Rosa cinnamomea*, so ist nach einigen Sonnentagen die Unterseite der durch das Knicken betroffenen Blätter, soweit sie die Sonne erreichen konnte, auffallend roth überlaufen. Wird zur gleichen Zeit oder im September ein Zweig der Rotheiche geknickt, so tritt daran in wenigen Tagen die scharlachrothe Blätterfarbe ein. Dasselbe geschieht nach Wiesner, wenn Blattstiele umschabt werden. Ferner hat das Minirtwerden der Blätter durch Kerfe sehr häufig ein partielles Rothwerden der Blattfläche zur Folge. An ihrer Unterseite von Blattläusen besaugte Blätter von *Crataegus glandulosa* (Fig.) färben sich ebenfalls an den betreffenden Stellen oberseits roth, letztere manchmal mit gelbem Saum. Auch Treviranus sagt am oben angegebenen Orte, dass „Blätter und Kelche welche von einem Insekt angestochen worden, das ein Ei in die dadurch gebildete Höhle gelegt, sich theilweise roth färben.“

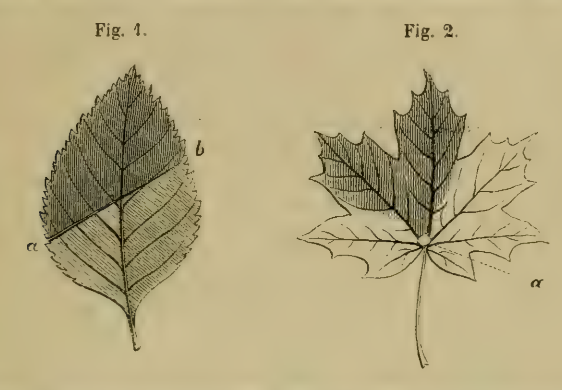


An den Blättern des Spitzahorns sieht man öfters den ausserhalb des tropfenförmigen schwarzen Pilzes *(Xyloma acerinum)* liegenden Lappen der Spreite allein roth werden. Aehnlichen Zusammenhang zwischen Sichröthen und der Entwicklung von *Uredo* und *Puccinia* berichtet Treviranus. Vielleicht ist ebenso zu erklären, wenn ein bereits mit schwarzen Pilzpunkten besetztes gelbes Blatt vom Perrückenstrauch, wie in unserer Figur, einen einzigen rothen und rothbegrenzten, am Ende mit einem schwarzen Fleck versehenen Nerv zeigt.



Aber auch mechanische Verletzung des Blattes oder der Blattnerven hat dieselbe Wirkung.

An Hecken von *Crataegus glandulosa* färben sich die herabhängenden Lappen von der Scheere halbdurchschnittener Blätter gewöhnlich ohne Uebergang durch Gelb blutroth. (Fig. 1.) Ein Spitzahornblatt (Fig. 2),



das zufällig am Sammelpunkt der Hauptnerven durchlöchert worden (a), zeigte, als es die gelbe Farbe angenommen, nur noch den vordern Theil der Blattspreite roth. Ein im Sommer am Hauptnerv verletztes Jungfernrebenblättchen kann schon im Juli den nach vorn gelegenen Theil geröthet haben. Aehnliche Erscheinungen sind häufig an Traubenkirschen, Perrückenstrauch, Heckenkirschen. Vom Rechen gekratzte Rotheichenblätter nehmen den Ritzlinien entsprechend rothe Färbung an.

Im Oktober färben sich die Blätter von ***Berberis aquifolium*** stellenweise blutroth. Einzelne Blättchen derselben sind mit Roth gesprenkelt. Die Färbung kommt zum Theil offenbar von mechanischer Beschädigung, insbesondere durch die Stacheln der Blätter selbst. Da sich aber die Blätter den ganzen Sommer über bei jedem Sturme kratzen und stechen und im Herbst auch eine Menge verletzter Stellen vorhanden sind, welche der rothen Färbung ermangeln, wird man annehmen müssen dass nur die Spätjahrsverletzungen Röthung des betreffenden Theiles nach sich ziehen, also das Alter der Blätter hier mit im Spiele sei.

Aus gemindertem Saftzufluss in Verbindung mit relativem Alter der Blätter wird man sich zu erklären haben, dass die rothe Färbung bei *Crataegus glandulosa* zuerst an den jüngsten und ältesten Blättern der Schosse, bei *Ribes aureum* und *Acer dasycarpum* bei den mittelalten Blättern derselben und, wie wir glauben ebenfalls beobachtet zu haben, bei Jungfernrebe sich bald an den Gipfel-, bald an den Grundblättern zuerst einstellen kann.

Mit der Erklärung vorstehender Erscheinungen der Röthung von Blättern durch ungenügenden Saftzufluss stimmt überein, dass Wiesner [1] das Rothwerden bei Zweigen in dampfgesättigtem Raume niemals eintreten sah.

Doch haben wir eine Ausnahme von der Regel zu verzeichnen. Bei *Crataegus glandulosa* nämlich findet man häufig im Oktober natürliche Blätter die am Grunde noch grün, gegen die Spitze hin aber erst die gelbe und dann rothe Farbe zeigen (Fig.), sodann mit der Scheere verletzte, d. h. theilweise durchschnittene Blätter, deren herabhängender blutrother Lappen, wo er mit dem grünen Blatt in Verbindung ist, einen gelben Uebergang zeigt. Selbst von Blattläusen angebohrte und dadurch geröthete Blattstellen zeigen an der genannten Holzart, wie früher bemerkt, manchmal einen gelben Saum.



Dafür dass gewöhnlich die rothe Färbung bei noch grösserem Saftzufluss auftritt, als die gelbe, spricht ferner ihr frühes Vorkommen. Schon im September färbt sich die Krone älterer Traubenkirschen, sowie der Gipfel von *Evonymus verrucosus* roth. Sodann die Beobachtung dass das Roth der Blätter oft als eine Art Uebergang zwischen Grün und Gelb in der Mitte steht. So z. B. an mechanisch verletzten Blättern des Perrückenstrauchs. An den Blättern einer spät welkenden Mispel des Jahrs 1872 wurde Ende Oktober der Rand, zumal gegen die Spitze, gelb. Zwischen ihm und der noch sattgrünen Blattspreite aber zieht sich oberseits ein rother Saum hin (Fig.), in welchen als Spitzen oder Lappen die Fiedernerven mit ihrer grünen Umgebung hineinragen. — An welkenden Blättern des Spitzahorns sieht man öfters die Handfläche ganz gelb, die Finger roth und deren Spitzen noch grün. Auch an manchen vom Minirkerfen beschädigten Blättern findet sich ein rothes zwischen Grün und Gelb verlaufendes Feld oder umgibt die Minirgängchen mitten in einem gelben Blatte.



[1] A. a. O. S. 37.

Damit im Widerspruch steht freilich wieder, dass bei sich röthenden Blättern vom *Crataegus glandulosa*, auch in minderem Grade bei *Cornus alba* (Fig.) das Grün zunächst von Gelb und erst dieses von Roth gefolgt wird.

Manchmal sieht man Roth als Sprenkelflecken, wie sonst das Grün mitten in sonst gelben Blättern.

In Gelb überzugehen scheint es ausser Stand zu sein, wie auch Gelb nicht roth wird. Blätter welche, noch grün, sich theilweise geröthet haben, können ihr Blattgrün später vergilben und tragen alsdann ihr Roth auf gelbem Grund.

Das Roth findet sich am Blatte gewöhnlich nur einseitig, wegen seines Zusammenhanges mit der Besonnung. Auf der der Sonne unzugänglichen Seite röthet sich das Blatt gewöhnlich nicht, während die gelbe Farbe durch und durch zu gehen pflegt. An gut besonnten Gipfelblättern kommt jedoch auch beiderseitige Röthung vor.

Bei einem Theile der im Herbste sich röthenden Bäume findet man namentlich im schattigen Innern der Baumkrone mehr oder weniger gelbe Blätter. Man ist daher versucht anzunehmen, dass die natürliche Farbe des Ablebens aller Blätter die gelbe ist und ihr häufiges Roth nur Folge äusserer Umstände. Doch bleibt das konstante Sichröthen vieler Holzarten, die Zierde des nordamerikanischen Urwaldes, eine Merkwürdigkeit. Vielleicht ist es eine Folge der allmählich sich einstellenden Saftleere des Holzes im Spätsommer und Herbst. Im Einzelnen variiren die Blätter der amerikanischen Rotheichen bei Annahme der rothen Farbe ungemein.

Die früher geschilderten, noch wenig veränderten Rotheichenblätter mit oben her hellrothen Nerven und Spitzen sind unterseits noch frisch grün und ihre Nerven hellgrün. Andere sind sammt ihren Nerven auf der Unterseite gleichmässig und lebhaft mattroth, auf ihrer rothgelben Oberseite folgt schön grünes Zellgewebe als breiterer oder schmälerer Saum den hochrothen Adern und Seitenadern fast bis zu ihren Spitzen hinaus. Bei einigen dieser Blätter stehen in den nervenärmeren Theilen

der Blattspreite kleinere oder grössere Inseln noch lebhaft grün gefärbten Blattparenchyms. Bei weiteren Blättern ist die Ober- wie die Unterseite noch ziemlich grün, das die hochrothen Nerven säumende Gewebe der Oberseite jedoch ist blutroth und das unmittelbar daran anstossende besonders lebhaft grün. Endlich haben braunrothe Blätter dieser Eichen durch die Dicke derselben durchgehende tropfenförmige runde Grünstellen mit einem dunkeln Punkt oder Flecken in der Mitte.

Grüne, gelbe oder hellrothe Blättchen der Berberitze sind manchmal getigert von dunkelrothen Fleckchen mit pustelartigen schwarzen Mittepunkten. Grosse blutrothe Flecken der Oberseite von Blättern desselben Strauchs sind nicht immer, aber häufig, mit weissen Pilzfäden bedeckt.

Bei *Cornus alba* findet man hochroth gefärbte Herbstblätter, an denen zwischen den ebenso gefärbten Nerven grüne Längsflecken stehen (Fig. S. 67).

Welch' individuelle Rolle auch bei Annahme der rothen Farbe die einzelne Zelle spielt, lässt sich schon mit scharfer Lupe an sich röthenden Blättern von *Evonymus europaeus* bemerken. Man sieht hier vielfach die scharf abgegrenzten purpurrothen Zellen vereinzelt oder in Linien oder gruppenweis unter den grünen Zellen liegen.

Eine eigenthümliche Nebenerscheinung bei Gelegenheit der Röthung von Blättern ist, dass ein noch kräftiges grünes Blatt welches, ohne selbst roth zu werden, ein rothes theilweise bedeckt und, so weit es bedeckte, die rothe Farbe verhindert hat, in der Berührungsfläche aber durch und durch sich verwaschen braun färben kann. (*Crataegus coccinea*, Oktober 1869.)

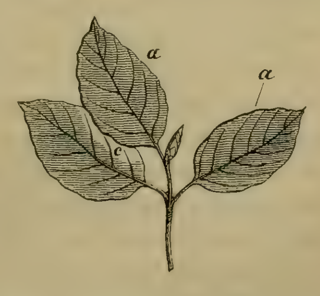
Ehe wir vom Lebensziele der Blätter sprechen, ist es Zeit einer Erscheinung an denselben Erwähnung zu thun, welche bei einem grossen Theile der immergrünen Holzarten beobachtet werden kann. Es ist diess eine vorübergehende herbst- und winterliche Färbung in Gelb oder, wie noch häufiger, in verschiedenen Tinten von Roth.

Mit dem Eintritt von Frösten im Oktober oder November färben sich nämlich die der Sonne ausgesetzten Nadeln von Fichten, Tannen, gemeinen Föhren und Weymouthsföhren gelblich oder gelb, jährige gemeine Föhren, die Blätter von *Berberis aquifolium* dagegen rothbraun, die Nadeln jähriger

Lärchen und Seeföhren hellblau, die von *Juniperus virginiana* bläulichroth, endlich diejenigen der Thujaarten, der Wellingtonia gelbbraun. Es sind besonders auf magerem Boden stehende, auch an der Wurzel beschädigte Pflanzen, welche die genannte Farbe annehmen. Veranlassung dazu gibt von Sonnenschein gefolgter Frost. Mit Rückkehr ständiger Frühlingswärme verliert sich die eigenthümliche Färbung und diese macht dem gewöhnlichen Grün wieder Platz. Nur wenn der meteorische Eindruck ein stärkerer war, können dadurch Blätter getödtet werden.

Auf welcher physiologischen Wandlung das erstgenannte Gelbwerden von Koniferennadeln beruhe, ist uns unbekannt. Von der Rothfärbung sagt Wiesner, dass sie ihren Sitz in den Wandungen der Blätterzellen habe, wogegen Treviranus a. a. O. S. 284 dieselbe ganz genau dahin präzisirt, dass sie in einer Auflösung des Chlorophylls der unter der Oberhaut sitzenden Zellenlage bestehe. Hiebei können unter einer dünnen Lage rothsaftiger die unverändert grünen tiefer liegenden Zellschichten durchscheinen. Oder sind die von der Oberhaut bedeckten Zellen neben einander grün oder roth. Die rothen Zellen sind nach unserem Gewährsmann immer nur von rothem Saft erfüllt und enthalten kein Chlorophyll mehr. Die unendliche Mehrzahl der die Winterfarbe zeigenden Blätter erholt sich aber nachträglich wieder vollständig. Es wäre also anzunehmen, dass in dem vorliegenden Falle die rothe Flüssigkeit sich wieder aufzulösen und Chlorophyll an seine Stelle zu treten vermöchte.

Das **Ableben** der Blätter erfolgt erst mit ihrem Braunwerden und Vertrocknen. Man sieht diess sehr deutlich im Oktober nach Reifnächten an vergilbten Buchengebüschen (Fig.). Die Sonne tödtet alsdann und bräunt alle gelben Blätter welche ihren Strahlen ganz ausgesetzt sind (a) und verschont im Schatten stehende und durch andere gegen die Sonnenstrahlen geschützte Blättertheile (c), die vertieften Blattrippen etc.



Die Blätter verschiedener Bäume ertragen, ehe sie zu Grunde gehen, verschiedene Kältegrade. Eichblätter z. B., ohne Hinzutreten von Reif, leicht — 8° C.

In Folge trockener Kälte bleiben die Blätter, vertrocknend und sich kräuselnd, gern hellgrün und mit getödteten Blattstielen am Baume hängen.

Auf empfindlich kalte von Reif begleitete Oktobernächte folgender warmer Sonnenschein bringt Erlen-, Eschen-, Platanen-, Eichen-, Syringenblätter zum Abfalle, während diese bei Birke und Zwetsche bloss vorzeitig vergilben.

Wegen Fernbleibens der Temperaturschwankungen färbt sich auf Madeira das Laub der Stieleiche Ende Oktober gelb und bleibt allmählich abtrocknend bis zum 1. Januar (bei uns häufig länger), das Buchenlaub aber wird erst Anfangs November gelb und bleibt in der Hauptmenge bis zum Wiederaustreiben am 1. April auf den Bäumen.

Am Boden, so lange derselbe von seiner Sommerwärme abgibt, bleiben oft an Gebüschen die untern Blätter noch schön grün, wenn unerwarteter Frost die obern Theile der Belaubung schon ganz verbrüht hat.

Später wechseln am Boden Reif und Tageswärme im Extreme mit einander und sterben bald die grün und die gelb abgefallenen Blätter vollends ab und werden den bereits gebräunten gleich. Bei der Bräunung bilden sich nach Wiesner in den Membranen der Zellen Huminkörper aus.

Uebrigens fallen auch die regelmässig ablebenden Blätter nicht bei allen Bäumen bald zu Boden. An der Eiche im Hoch- und im Niederwalde, wie auch an Buchengebüschen hängen sie bekanntlich grossentheils bis zum nächsten Frühling. Sie bleiben in um so grösserer Menge hängen, je weniger sie im vorhergegangenen Jahr ausreifen konnten und je plötzlicher, wie z. B. 1864 und 1871, im Oktober oder November Kälte eintrat. In solchen Spätjahren überspringt ein grosser Theil der Baumarten oder Baumindividuen die gelbe Blätterfarbe und wird alsbald braun, und zwar desto dunkler braun, je weiter die von der Herbstkälte überraschten Blätter noch von ihrem natürlichen Lebensende entfernt waren. Während sonst das Umgekehrte stattzufinden pflegt, wird alsdann das Innere eines Eichenbestandes schon

braun, so lange Bäume des Traufs und isolirte Stämme noch gelb sind.

Die Art wie die Trennung der Blattstiele vom Baumzweig erfolgt, wird in neuerer Zeit nicht mehr durch die Schacht-Hartig'sche Korkbildung am Blattgelenk erklärt. Zu einer solchen kommt es nach Mohl bei zahlreichen Holzgewächsen nicht. Vielmehr bildet sich am Grunde des Blattstieles mehr oder minder nahe der Ansatzstelle eine nur mikroskopisch wahrnehmbare, aus kleinen Zellen bestehende Trennungsschicht.

Als Ursache der Entstehung genannter Trennungsschicht im Blattstielgrunde führt Wiesner[1] die Minderung der Wassermenge des Blatts, somit Saftarmuth an. Hemmung der Transpiration bedingt seine Lösung in der bereits gebildeten parenchymatischen Gewebsschichte. Beides allerdings erfolgt sehr leicht an Pflanzen die man in eine Blechbüchse eingesperrt hält. Doch kann man am Kirschlorbeer, dem Orangebaum und selbst an einzelnen krautartigen Pflanzen im Zimmer bemerken, dass die Lösung der Blätter auch ohne Hemmung der Transpiration erfolgt. Hat man nämlich, wie S. 53 gesehen, einmal versäumt sie zur Zeit zu begiessen, und sucht es reichlich nachzuholen, so scheint zwar die Belaubung sich wieder zu erholen, fällt aber nichts desto weniger etwa nach einer Woche vollständig oder grösstentheils und zwar ganz grün ab.

Auch ohne dass sie in eigentlichen Frost ausartete, scheint niedrige Temperatur dieselbe Wirkung zu haben. Man sieht in kühlen Vorsommern öfters einen namhaften Theil des jungen Laubes der Apfelbäume abfallen.

Bekannt ist ferner nach dem Obigen dass Kältenächte mit Reif den Abfall ausnehmend beschleunigen. H. Mohl beobachtete förmliche Eisbildung in der saftreichen und dünnwandigen Trennungsschicht. Nach ihm findet in Folge Frosts oder wiederholter Fröste statt der gewöhnlichen Ablösung der Zellen eine förmliche Zerreissung des Gewebes statt, was man

[1] A. a. O. S. 26 und 38.

an den abgefallenen Blättern nachträglich noch zu erkennen vermag. Auch die den Blattstiel durchsetzenden Gefässbündel findet man einfach abgerissen. Näher ist noch zu erörtern warum die Belaubung nach einer Reifnacht erst nach Sonnenwirkung, dann aber überraschend schnell abfällt.

Nach Wiesner[1] erfährt in Folge der Säftestagnation in der Trennungsschichte des Blattstiels deren Interzellularsubstanz selbst chemische Aenderungen, indem sich mazerirende vegetabilische Säuren bilden, welche die Lösung bewirken helfen.

[1] A. a. O. S. 44.

VI. Saftbewegung im dikotylen Baum.

1) Aufsteigender Strom.

Man vergleiche hinsichtlich dieses Gegenstandes Duhamel, Physique des arbres, p. 230 et suiv., des divers mouvemens de la séve, wo auch die Versuche von Hales, Statical essays, 1731, sehr getreu gesammelt sind, Th. Hartig, Lehrbuch für Förster, 10. Aufl. I. S. 309 u. fg. und Sachs, Experimentalphysiologie der Pflanzen, Leipzig 1865. S. 198 u. ff.

Der Baum saugt, wie die alltägliche Erfahrung lehrt, mittelst seiner Wurzel wässerige Säfte auf und hebt diese bis zu seinem Gipfel empor. Beide Thätigkeiten, der Wurzel und des Stammes, lassen sich bei der Besprechung nicht wohl trennen.

Nachfolgend die Aufzählung der Kräfte deren sich der Baum nach den verschiedenen Hypothesen zu Hebung des Saftes bedient.

Die augenfälligste dieser Kräfte ist diejenige vermöge welcher zumal im Frühjahre die Wurzel den Bodensaft hebt, mit Lebhaftigkeit aus frischen Wunden in verschiedener Höhe des Baumes heraustreibt und, wenn der Stamm am Fuss abgeschnitten wird, aus dem Stocke mit einer Gewalt quellen lässt, welche einer Wassersäule von 14 Meter Höhe das Gleichgewicht hält. Man hat ihr den Namen **Wurzelsaftdruck** gegeben.

Auch einige weitere Erscheinungen müssen wir als Ausfluss dieses Wurzelsaftdruckes ansehen.

So das oben S. 154 beschriebene, von Th. Hartig und Ratzeburg beobachtete Thränen von Knospen und Blatt-

narben verschiedener Laubhölzer zur Zeit des Saftandrangs im Frühjahr.

Ebenso den reichlichen Saftvorrath welcher sich bei Eichen, Pappeln und andern Holzarten in Frostrissen anhäuft und bald (Eiche, erstes Frühjahr) beim Anschneiden des Ueberwallungswulstes Luftbläschen und manchmal schwarzes Holzmehl enthaltend gewaltsam hervorspritzt, bald nur, bei vorhandener Spalte, im Frühling oder Sommer ausfliesst, in letzterem Falle nicht selten einen hässlichen Geruch verbreitend.

Nimmt man an, dass Schwerkraft und Reibung in den vielen zu durchströmenden Poren dem von der Wurzel ausgehenden Saftdruck entgegenarbeiten, so begreift sich eine Reihe Nebenerscheinungen.

So der von Hales und Duhamel berichtete stärkere Safterguss des untern von zwei in verschiedener Höhe des Stamms angebrachten Einschnitten.

Ferner das von denselben angeführte Fallen einer in einer Röhre auf einem abgeschnittenen Aste stehenden Saftsäule, sobald ein anderer Ast abgeschnitten wird und zu thränen anfängt.

Sodann das Ergebniss des von J. Sachs geltend gemachten Versuchs Brücke's, wonach der im Stamm aufsteigende, immer schwächer werdende Wurzelsaftdruck einen Höhepunkt erreicht, über welchen hinaus er nicht mehr wirken kann und die Organe des Baumes sich den nöthigen Saft durch andere Kräfte verschaffen müssen.

Hoffmann, der (Botanische Zeitung 8. Jahrgg. 1850. S. 811) thränenden Ahorn beobachtete, lässt die tiefer am Stamm eingebohrten Löcher nicht in Folge von oben kommenden höhern hydrostatischen Drucks reichlicher Wasser ergiessen, sondern vermöge stärkeren Andringens des Wassers von der Wurzel aus, was jedoch auf erhöhten hydrostatischen Druck hinauslaufen dürfte.

Fragen wir nach den Gewebesystemen welche die Leitung des aufsteigenden Saftes zu besorgen haben, so kommt die Markröhre zunächst nicht in Betracht. Ihr Bau sowohl als ihre meist verschwindende Masse, ja ihr Fehlen oder fast

gänzliches Zurücktreten in der Wurzel u. s. w., machen sie dazu ganz ungeeignet, wie sie auch bei Duhamel [1] keinen Farbstoff aufsaugte. Ebensowenig kann dabei die Rinde betheiligt sein. Sie ergiesst beim Anschnitt keinen wässerigen Saft. Erst wenn das Messer bis auf die Tiefe des Splintes dringt, erfolgt der Austritt von Rohsaft. [2]

Das den Wurzelsaft nach der Höhe führende Stammesorgan ist offenbar das Gewebe der gestreckten Holzzellen (S. oben S. 18). An Buchenoberhölzern des Mittelwaldes, wo Komplexe breiter Holzringe mit solchen schmaler abwechseln, findet man dass bei schöner Märzwitterung die der Lichtstellung entsprechenden Breitringpartieen der frischen Stöcke rascher abtrocknen als die Schmalringzonen. Welcher Unterschied auf geringere Leitungsfähigkeit der breiten Ringe hinweist.

Sachs nimmt an, die Wurzelkraft presse das Wasser in die Hohlräume des Holzkörpers, Gefässe und geöffnete Holzzellen, und darum müsse auch jede Schwankung der Wurzelkraft eine auf- oder absteigende Bewegung des Wassers in den Hohlräumen zur Folge haben. Es setzt diese Annahme offenbar voraus dass das in die Wurzelzellen eingetretene Wasser offen mit den darüber befindlichen Holzröhren (Poren) und Holzzellen kommunizire. [3] Damit sind aber nicht alle Physiologen einverstanden. Vielmehr werden die nach allen Seiten geschlossenen Holzzellen mit ihren die Tüpfel überziehenden Schliesshäuten von Th. Hartig und Schacht abgebildet. Konsequent müssen daher auch diese Autoren eine offene Verbindung der Holzzellen mit den Holzröhren leugnen. Hofmeister und Schacht gehen bei ihrer Hypothese von den

[1] Physique des arbres, II. Liv. V. p. 287.

[2] Duhamel, Physique des arbres, I. Partie p. 64, Cotta, Naturbeobachtungen S. 5.

[3] Für die offene Kommunikation der Holzzellen unter sich führt Sachs einen Versuch Hofmeisters an, der mit Zinkweiss getrübten Gummischleim durch Kiefernholz getrübt durchtreten sah. Indessen hat ja Kiefernholz Harzporen, welche, ohne zu dem saftleitenden Gewebe zu gehören, die Trübung vermitteln konnten.

physikalischen Erscheinungen bei Leitung des Saftes aus. Es ist daher für den Nichtmikroskopiker unmöglich sich für die eine oder andere Anschauung zu entscheiden. Er wird jedoch, mehr auf die physikalischen Eigenschaften der Gewebe angewiesen, geneigt sein eine offene Kommunikation unter den Elementarorganen des Holzes anzunehmen:

Einmal wegen der Leichtigkeit womit im Falle der Erhitzung die in den Holzzellen entstehende Luft- und Dampfspannung die Holzröhren erreicht;

sodann weil ein kurzes Trümmchen Reben-, Klematis-, auch Ahornholz bei blosser einseitiger Erwärmung oder in Folge Hineinblasens am entgegengesetzten Ende sichtlich aus dem Holzgewebe einen Tropfen Saft zu ergiessen pflegt, so dass man annehmen muss der erwärmte und gepresste Luftgehalt der Zellen treibe den Saft ungehindert vor sich her und am Ende hinaus;

ferner weil Beseitigung eines einseitigen atmosphärischen Luftdrucks für sich schon im Stand ist, den Saft mittelst seiner Schwerkraft durch ein langes Holztrumm hindurchfliessen zu lassen. Th. Hartig [1] führt nämlich die Thatsache an, dass zur Zeit des Blutens aus einem in natürlicher Lage bleibenden abgehauenen Stämmchen der Saft dem Gesetze der Schwere folgend nach unten ausfliesst, wenn man die Endknospe abschneidet, und durch letztere austritt, wenn man das obere Ende nach unten kehrt;

endlich in Anbetracht der Leichtigkeit womit die sie gewöhnlich erfüllende Luft gefärbten Flüssigkeiten Platz macht, in welche man abgeschnittene lebende Zweige gestellt hat.

Die Rolle der Poren (Holzröhren) scheint bei der Hebung des Saftes die geringste zu sein. Allerdings steigen gefärbte Flüssigkeiten in abgeschnittenen Stämmen und Zweigen vor allem in ihnen auf und verfolgen darin ihren Weg bis in die Blattnerven. Auch hat diese Thatsache schon früh zu der Meinung geführt, dass die Poren gleichsam die Adern der

[1] Lehrbuch für Förster, 1861. S. 315.

Holzpflanzen seien. So merkwürdig nun die Erscheinung an sich ist, so steht sie doch im Widerspruche mit andern Wahrnehmungen. Man findet nämlich die Poren der Bäume im Winter wie zur Zeit der Frühlingsblutung und im Sommer mit Luft erfüllt. Der sich ergiessende Saft fliesst ruhig aus dem Holzgewebe. Hofmeister spricht nach Sachs von dem Eingepresstwerden des Saftes durch die Wurzelkraft in die Gefässe, und Sachs selbst von den kontinuirlichen Wasserfäden welche sich nach ihm bei Rebe und ähnlichen Gewächsen in den groben Holzröhren finden und ausfliessen. sobald ein Stück des safterfüllten Stammes abgeschnitten wird. Nun haben wir aber fast stets die Holzröhren lufterfüllt gefunden. Beim Maulbeer kann man im Dezember aus fusslangen Splintstücken die Luft durch die Holzröhren blasen. ohne dass Saft zum Vorschein käme. Selbst um Neujahrszeit (1872) zieht die Luftpumpe die Holzröhren (Poren) von frischem Ahornholz leer, ohne gleichzeitige Saftentwicklung, welche eintreten müsste, enthielten dieselben nicht ununterbrochene „Luftfäden". Nur bei Nussbaumsplint, der im Dezember 1871 ins warme Zimmer genommen leicht blutete, sahen wir in Folge Klemmens mit der Zange in den Holzröhrenöffnungen sich erst Saft ansammeln, dann austreten und nachher auch Luft folgen. Leider haben wir bisher versäumt, auch die stürmische Blutung der Rebe bei sehr heisser Witterung zu beobachten. Schon Hales [1] sagt, dass sie unter Entwicklung von reichlichem feinen Schaum erfolge, welcher in der That öfters an thränenden Stöcken zu bemerken ist und wenn er aus den Holzröhren kommt, vorstehenden Satz bestätigt.

Dass aber jede Schwankung der Wurzelkraft auch eine auf- oder absteigende Bewegung des Wassers in den Hohlräumen zur Folge haben müsse, wie Sachs bemerkt, scheint zweifelhaft. Warum soll die erstere nicht blos aufwärts drückend wirken? Der Saft, von ihr gehoben, kann durch andere Kräfte in der Höhe erhalten werden.

[1] Statical essays, traduits etc. Chap. III. p. 108.

Nach den von Hales pünktlich angestellten Beobachtungen hat der Eintritt des Blutens bei der Rebe keinen schwellenden Einfluss auf die Dicke des Schenkels. Nur feuchte und trockene Witterung schien dabei etwas im Spiele zu sein.

Man kann zur Erklärung der Thatsache, dass der Saftdruck sich hauptsächlich im Frühling vor Ausbruch des Laubes fühlbar macht und später ausbleibt, anführen dass zu dieser Jahreszeit der Boden noch seine Winterfeuchtigkeit besitze, der blattlose Baum aber den ihm reichlich zufliessenden Saft nicht verarbeiten könne.

Die Seltenheit des Saftergusses aus Stöcken im Sommer gefällter Bäume dagegen wird man sich aus vorhergegangener relativ starker Dünstung der Belaubung und Bodentrockenheit zu erklären haben. Schon Duhamel wunderte sich darüber, dass bei Hales im vollen Triebe stehende Reben, am 4. Juli über dem Boden abgeschnitten, nicht nur keinen Saft ergossen, sondern sogar ein ihnen in einer Röhre dargebotenes grosses Quantum Wasser werschluckten.

Ausfluss des Saftes in Folge von Verletzungen wird immerhin eine grosse Saftmasse und hohe Spannung des Holzgewebes bekunden. Ob aber eines Maximums derselben, steht dahin, denn mehrere Holzarten bluten in jedem Frühling, ohne vermuthlich in allen, z. B. dem trockenen von 1866, das Maximum ihres Saftgehaltes zu erreichen. Der nöthige hydrostatische Druck kann durch entsprechend mehr Luft hergestellt werden. Man braucht sich bei mangelhaftem Saftgehalte nur dem Thränen günstige Verhältnisse hinzuzudenken, um solches zu begreifen.

Ausserdem bluten auffallender Weise nur eine kleine Anzahl Laubholzarten, und nicht gerade solche welche durch grössern Saftgehalt sich auszeichnen. Anscheinend fehlt sogar der sichtbare Wurzeldruck gerade den grössten und saftreichsten Holzarten, den Nadelhölzern, welche, wie die Wellingtonia, mit ihren 100 ^{m} Höhe des Wurzeldruckes sehr bedürftig erscheinen. In der That hat junges Nadelholz einen Saftgehalt von öfters 60 und 65 $^0/_0$, welchen die wenigsten der

saftergiessenden Laubhölzer aufweisen. Und doch weiss Niemand vom Bluten eines Nadelholzstockes zu erzählen, weder bei winter- noch bei sommergrünen Arten.

Ein direkter Zusammenhang zwischen Saftsteigen und Dünstung der Blätter besteht nicht. Denn erstens bluten die Bäume, ehe sie Blätter haben, und zum andern entspricht, wie nachfolgend gezeigt, ein lebhaftes Saftsteigen nicht den Zeiten, in welchen die grösste Blätterdünstung stattfindet. Wiewohl Th. Hartig den Stock einer im August geschlagenen Eiche längere Zeit bluten sah.

Der Umstände äusserer Natur, welche die Druckkraft der Wurzel erhöhen, sind mehrere.

Seit Hales ist bekannt und wurde auch durch neuere Versuche bestätigt, dass mässige „Wärme" den Saftdruck steigert, sehr grosse Hitze, namentlich wenn der Saftandrang bereits nachlässt, ihn mindert. Ob auf die durch hohe Temperatur bewirkte Druckhöhe auch die Länge des dem Versuch unterworfenen Strunkes (Rebe) vermöge der durch dessen Rinde erfolgenden Dünstung von Einfluss sei, wie Hales annimmt, sind wir ausser Stand, zu beurtheilen. Der genannte Gewährsmann sagt dass zwei- bis vierjährige Schosse die geeignetsten zu Beobachtungen seien, weil durch ältere zu viele Feuchtigkeit ausdünste.

Besonders nachdem in Folge harten Frostes Thauwetter eingetreten, soll der Safterguss der Bäume stark sein.

Ein zu dieser Zeit einseitig von der Sonne erwärmter Baum kann auf der Sonnenseite Saft ergiessen, auf der entgegengesetzten noch im Zustand der Winterstarre verbleiben. Mit Untergang der Sonne hört das Bluten auch auf der Sonnenseite wieder auf.

Noch im November (1848) können exponirte Bäume bei Aestungen thränen, während die andern in Saftruhe verharren.

Der Versicherung eines zuverlässigen Försters nach bluteten namhaft beim Hieb im gefrorenen Boden stehende selbst gefrorene Buchenstämme. Solches doch wohl nur bei unvollständigem Gefrorensein der Bäume erklärlich.

Bäume welche im Frühjahr bei kühler Witterung zu thränen bereits aufgehört haben, fangen bei Rückkehr milderen Wetters häufig wieder zu bluten an.

Man sieht in diesem Falle das Bluten nicht selten vom Fusse zum Gipfel des Baumes fortschreiten.

Bei Th. Hartig's [1] Experimenten ereignete sich mehrmals. dass Hagelschauer Luft und Zweige der Bäume plötzlich erkälteten. Seine Manometer zeigten alsdann Aufsaugung an. Nach einer Stunde war aber der frühere hohe Druck wiederhergestellt. Auch schon Hales [2] kennt diese Erscheinung. welche in einem Versuche so auftrat dass von drei derselben Rebe angehörigen Schenkeln der eine aufsaugen oder bluten konnte. während die andern bluteten oder aufsaugten. Aehnliches, d. h. abwechselndes Bluten und Einsaugen ergab sich wiederholt gelegentlich der Th. Hartig'schen Beobachtungen, [3] so dass Ratzeburg wohl Unrecht hat, die Aufsaugung zu bestreiten.

Reben auf der Ost-, der Süd- und der Westseite eines Hauses erzogen, folgten bei Hales mit ihrem Saftsteigen der aufgezählten Reihe der Freilagen und liessen von Mittag an in der gleichen Ordnung nach.

Dem Obigen zufolge ist begreiflich dass bei Sonnenhitze eintretendes Sinken des Saftdruckes durch Wolken oder Nebel aufgehalten wird, auch mit dem Untergange der Sonne der Saftdruck wieder zunimmt.

Letzterer wird ausserdem begünstigt durch „Feuchtigkeit" des Bodens. Wärme desselben wird dabei förderlich sein. Nach frischer Witterung und nach einer Regennacht stieg der Saft des Morgens früher als nach vorausgegangenen heissen Tagen.

Von selbst leuchtet ein dass der Saftdruck zur Zeit wo die Bäume belaubt sind, durch alles begünstigt wird was die „Dünstung" behindert oder schwächt. dass aber ein wirkliches

[1] Botanische Zeitung, 21. Jahrgg. 1863. S. 280.

[2] Statical essays, traduits par Buffon, 1739. p. 128.

[3] Grunert's forstliche Blätter, 6. Heft. 1863. S. 182.

Saftsteigen im Baum durch Dünstung entstandenen Leerraum in den obern Stammestheilen voraussetzt.

Das Ineinandergreifen der vorstehend genannten Umstände macht unmöglich dass die Angaben über den beobachteten täglichen Gang des Saftsteigens vollständig harmoniren.

Bei Th. Hartig liess das Bluten der Birke in den Nachmittagsstunden und zur Nachtzeit nach. Die Ahorne hörten Abends und während der Nacht gänzlich auf. Die Haine begann zwischen 23. April und 1. Mai um 9 Uhr Abends zu bluten. Sie erreichte um 3 bis 4 Uhr Nachts den stärksten Ausfluss. Dieser dauerte bis zur Mittagsstunde fort und setzte von da ab bis 9 Uhr Abends aus, und verwandelte sich in Einsaugung von Flüssigkeit aus dem den Druck bemessenden aufgesetzten Trichter.

Nach Hofmeisters Angabe nimmt der Saftdruck vom Morgen bis zu den ersten Nachmittagsstunden zu und fällt alsdann, öfters unter vorübergehendem abendlichen Wiedersteigen, die Nacht über. Häufig steigt aber auch der Saftdruck den ganzen Tag über, um, wie soeben, während der Nacht zu fallen.

Treten wir nun den blutenden Holzarten etwas näher, so fallen uns grosse Unterschiede in die Augen.

Die Ahornarten bluten in Folge von Verletzungen bei milder Witterung von Anfang November bis zum Frühjahr, also vom Abfall des Laubes bis zu dessen Wiederausbruch.

Wenn Silberahornäste Ende Dezembers 1871 abgesägt und ins warme Zimmer gebracht nicht bluteten, wie es sonst zu geschehen pflegt, wird sich solches theilweis aus der grossen Monate vorher herrschenden Bodentrockenheit und vielleicht auch aus dem Umstand erklären, dass die Bäume seit langen Wochen fast ununterbrochen gefroren waren, daher die bereits mit dicken Blüteknospen beladenen Bäume ihre durch Dünstung verlorene Feuchtigkeit durch die Wurzel nicht wieder erhalten konnten.

Birke pflegt hier von Anfang, nach Ratzeburg von Mitte März bis Ende April zu bluten. Auch im Winter (11. Dezember 1847) sahen wir sie bei Aufästung thränen.

Haine beginnt zur gleichen Jahreszeit (Anfang März) und kann bis Mitte Mai fortfahren (Ratzeburg), nach Th. Hartig wenn ihre Blätter bereits halbe Grösse erreicht haben.

Verschiedene Cornus bluten nach Demselben Anfangs Mai.

Buche beginnt nach Th. Hartig Mitte März, hier gewöhnlich später, manchmal erst Ende April und blutet etwa bis Anfang Mai, öfters (s. oben) noch mitten im Sommer.

Eine Esche blutete am 9. November 1848 aus abgesägten Aesten.

Der Wallnussbaum thränt bei warmem Wetter den ganzen Winter über, nach Th. Hartig von Mitte Februar an.

Pappelarten, sagt Th. Hartig, bluten Anfangs April. Nach Duhamel blutet auch die Weide.

Die Weinrebe thränt manchmal schon im März, sonst im April und Mai.

Einzelne Bäume sind im Beginne des Blutens oder im Aufhören desselben besonders früh oder spät. Man hat die Wahl solche Unterschiede der Individualität oder eigenthümlichen Verhältnissen der Bewurzelung und des Bodens zuzuschreiben.

Dieselben Stöcke, z. B. von Birken, bluten sodann häufig lebhaft auch im zweiten Jahre nach dem Hiebe, während dicht daneben stehende Individuen schon ganz aufgehört haben.

Bereits unthätig gewordene Wunden fangen, wenn man sie aufgefrischt hat, von neuem an Saft zu ergiessen.

Eine zweite allgemein thätige Kraft die auch von Hales und Duhamel wohl gekannt war, ist das **Einsaugen, die Imbibition** von Wasser. Wir finden sie an allem lebenden pflanzlichen Gewebe, vermuthlich nur oder vorzugsweise dann wenn es noch nicht ganz von Saft erfüllt ist. Es erfolgt mit solcher Lebhaftigkeit dass z. B. ein Weidenzweigchen welches man in kleinfingerlange Trümmchen zerschneidet und ins Wasser legt, selbst im Dezember, also zu einer saftreichen und blätterlosen Jahreszeit, in einer Stunde 10 % seines Gewichtes aufsaugt. Es ist auffallend wie wenig oder dass fast keine Luftbläschen dabei den Hirnflächen entsteigen. Man muss desshalb annehmen das Holz nehme das Wasser in seine Zellwandungen auf und gewinne den etwa weiter nothwendig werdenden Raum durch Quellen des aufsaugenden Pflanzentheiles.

Hoffmann (Botan. Ztg., 8. Jahrg. 1850, S. 796) erklärt das Angesaugtwerden von Flüssigkeit aus einem Gläschen das an dem abgeschnittenen Ende des Zweigs eines blätterleeren Baumes angebracht worden, aus atmosphärischem Luftdruck, entstanden durch vorhergegangenen Saftverlust in Folge der Dünstung durch die Oberfläche der Zweige. Dagegen scheint uns jedoch mancherlei zu sprechen. Einmal die ausserordentlich geringe Winterdünstung der geschlossenen Rinde. Sodann das Eintreten der Aspiration auch an kurzen Zweigstummeln die man in das Wasser legt, nachdem man sie in aller Gemächlichkeit mit dem Messer zugerichtet und die Luft also Zeit gehabt die leer gewordenen Räume zu erfüllen. Auch saugen ja im Winter geschnittene Stecklinge, in gefärbte Flüssigkeiten gestellt, diese auf und heben sie bis an die obern Schnittflächen. Solches vorzugsweis in den äussern Holzlagen und durch Holzfasern und Poren. (Th. Hartig, Botan. Zeitung, 11. Jahrg. 1853. S. 617.)

Die Imbibition erfolgt nach jeder Richtung des Gewebes, d. h. aufwärts, abwärts oder seitlich. Stecklinge die man mit der Gipfelseite in den Boden pflanzt, saugen das Bodenwasser mit der Gipfelschnittfläche.

Dass die Einsaugung im Zusammenhange mit dem Leben der Pflanze steht, erhellt aus dem Verhalten des Kern- und des Reifholzes, welche die Fähigkeit der Imbibition grossentheils oder ganz verloren haben.

Mit dieser einsaugenden und der vorhergehend geschilderten Wurzelkraft erklärt sich aber die Hebung des Saftes auf die Stammeshöhe von 100 Metern nicht hinreichend. Man muss ausserdem seine Zuflucht zu andern physikalischen oder organischen Kräften nehmen.

So zur Kapillarität oder **Haarröhrchenwirkung.** Es ist einleuchtend dass, wenn Th. Hartigs oben angeführte Beobachtung der umfänglichen Geschlossenheit aller Zellen sich bestätigte, die Funktion der Kapillarität in der Pflanze sich auf die Festhaltung des Saftes beschränkte und von ihrer Mitwirkung bei der Hebung desselben nicht die Rede sein könnte. Indessen wäre wirklich merkwürdig wenn die in der Hauptsache aus unendlich vielen röhren- und spindelförmigen Zellen zusammengesetzte Pflanze davon keinen Gebrauch machte. Nehmen wir daher die offene Kommunikation der Zellinhalte durch die Tüpfel an, so erscheint die Kapillarität als eine

äusserst wirksame Kraft zu Hebung und Fixirung des aufsteigenden Saftes. Sie wird überdiess sehr wesentlich unterstützt durch den grossen Luftgehalt der Gewebe. Im Vereine mit Hofmeister beruft sich Sachs auf das Experiment von Mongolfier-Jamin, welches die ausserordentliche Steigerung der Kapillarität nachweist für den Fall dass die Flüssigkeit in einer Art rosenkranzähnlich eingeschnürten und in ihren blasenförmigen Anschwellungen lufterfüllten Röhre steht, einer Röhre mit der wir diejenige der getüpfelten Zellen und auch der Gefässe sehr wohl und um so mehr vergleichen können als sie, wie es scheint, stets Luftbläschen in Anzahl enthalten.

Der Luftgehalt selbst jungen Holzes ist in Wahrheit nicht unbedeutend, meist sogar namhaft, wenngleich er etwas überschätzt zu werden scheint. Sachs sagt nämlich jedes frische dem Wasserstrom dienende Holzstück schwimme vermöge seines Luftgehalts. Diese Annahme geht aber zu weit. Der Splint der Nadelhölzer pflegt im Winter, derjenige von Laubhölzern vielfach auch im Sommer unter Wasser zu sinken. Dennoch bergen die saftreichsten Splinthölzer selbst im Winter d. h. zu ihrer saftreichsten Jahreszeit ein namhaftes Quantum Luft, welches wir an einem andern Orte feststellen wollen.

Auch die sogen. **Endosmose** wird als eine safthebende Kraft betrachtet. Dass sie so wenig als die Haarröhrchenwirkung zur Erklärung des Thränens der Bäume zur Frühjahrszeit dienen kann, ist selbstredend. Aber selbst als Hebel des Saftaufsteigens im Splinte wird sie nicht allgemein anerkannt. Man macht gegen sie geltend dass ein verkehrt, d. h. mit der abgeschnittenen Spitze ins Wasser oder den Boden gestellter Zweig (Steckling) die Flüssigkeit, im Widerspruch mit der endosmotischen Annahme, von der Spitze zur Basis des Zweiges leitet. Sodann dass diese Kraft je mehr sie in Wirksamkeit getreten ist, d. h. je mehr sie mit dem Bodenwasser Stoffe in den Pflanzenkörper geführt hat, desto unwirksamer werden muss. Th. Hartig,[1] welcher überhaupt die endosmotische Eigenschaft des lebenden Holzgewebes bestreitet,

[1] Botanische Zeitung, 21. Jahrg. 1863. S. 285.

wendet gegen sie ein dass der Unterschied im Saftgehalte der Gipfelzellen gegenüber denen am Fusse zu unbedeutend sei um die Lebhaftigkeit des Saftsteigens daraus zu erklären. Einwürfe denen man, soll nun einmal die endosmotische Kraft auch bei den Gewächsen eine Rolle spielen, nur durch die Annahme entgehen kann, dass aller Pflanzensaft konzentrirter sei als das Bodenwasser, somit von den Wurzeln stets eingesogen werden müsse und die Weiterförderung des eingetretenen Safts Aufgabe der Imbibition sein könne. Endlich lässt sich mit Th. Hartig dagegen geltend machen dass, der herrschenden Ansicht vom Offenstehen der Tüpfel zufolge, die ununterbrochene Verbindung des Zellsaftes vom Fusse zum Gipfel des Baumes ein Wirksamwerden der Endosmose gar nicht zuliesse.

Schon Hales und Duhamel erkannten bei ihren Versuchen dass an die Stelle des Wurzelsaftdruckes (Blutens) im Frühjahr, im Sommer starke Aufsaugung von Wasser tritt, indem ein beblätterter Zweig, in Wasser gestellt, im Vergleiche zu einem entblätterten sehr kräftig und um so mehr aufsaugt je blätterreicher er ist. Es entging ihnen daher nicht der Zusammenhang von **Blätterdünstung** (Transpiration) und Wasseraufsaugung. Auch schliesst Duhamel daraus (S. 249) dass alles was die Dünstung beschränke, auch der Aufsaugung hinderlich sein müsse. Als bewegende Kraft scheint er sie nicht betrachtet zu haben, denn er führt an dass ja der Saft schon vor der Entfaltung der Knospen aufsteige und diese entwickeln helfe, dass man sich ferner ohnediess die grosse Frühlingssaftbewegung der Bäume daraus nicht zu erklären vermöge (S. 250 und 253) und möchten wir in seinem Sinne hinzufügen, auch nicht den steigenden Saftgehalt vom Oktober bis April. Noch entschiedener spricht sich Th. Hartig gegen die hebende Kraft der Blättertranspiration aus. Nach ihm schafft diese nur den nöthigen Raum für das durch andere Kräfte gehobene Bodenwasser. Zu welcher Anschauung er unter anderem durch Tränkungsversuche mit künstlich entblätterten Buchenstangen kommen musste, welche durch Bohrlöcher ein-

gebrachte Farbstoffe ebenso, nur langsamer als beblätterte Stangen in die dünnsten Verzweigungen führten.

Im Gegensatze dazu führt Mayer[1] die Thatsache an dass Blätter nachweisbar im Stande sind eine mit ihren Stielen luftdicht in Verbindung stehende Wassersäule durch ihre Dünstung zu heben. Ihre Wirksamkeit wäre also doch eine positive.

Wie Hales S. 124 und nach ihm Fr. Just. Frenzel[2] führt neuerer Zeit J. Sachs als ein weiteres saftbewegendes Moment die **Temperatur** an. Nicht nur werden durch ihre Schwankungen Niederschläge von Feuchtigkeit und Wiederaufsaugungen solcher aus und durch die in den Holzzellen eingeschlossene dunstreiche Luft bewirkt, sondern ihrem Steigen und Sinken entspricht auch Ausdehnung oder Zusammenziehung der letztern und damit Druck oder Anziehung gegenüber dem Safte minder erwärmter Baumestheile. Letztere Erscheinung ähnlich etwa, nur in entgegengesetzter Richtung, der Blutströmung welche im thierischen Körper nach höher temperirten Organen erfolgt. Sie hilft bei Ortsänderungen des Safts in den Holzgewächsen mit, erklärt uns den Austritt unerheblicher Saftmengen aus wasserreichem ins warme Zimmer gebrachten oder in der Hand erwärmten Holz, ebenso auch einige Einsaugung, kann aber den Grund zu regelmässigem Saftaufsteigen kaum bilden. Denn im Falle der Boden kühler bleibt als die Atmosphäre, wie häufig bei Tage, drückt die Luft die oberirdischen Baumestheile nach unten. Ebenso wenn sich bei heisser Witterung der schmachtende Gipfel vorzugsweis erwärmt.

In ähnlicher Weise wie obengenannter Frenzel[3] in *Equisetum arvense* den Saft im Frühjahr in Röhren die zunächst unter der Oberhaut verlaufen, in Folge von Luftbildung in die Höhe gepresst werden lässt, erklärt Th. Hartig das

[1] Agrikulturchemie, 1871. S. 338.

[2] Beobachtungen über den Umlauf des Saftes. Aus dem Lateinischen. Weimar 1804. S. 245.

[3] A. a. O. S. 237 und 239.

Aufsteigen des Saftes im Holzgewebe durch eine in diesem in etwas anderer Weise entstehende **Luftspannung.** Ihm zufolge findet man nämlich die saftleitenden Holzfasern [1] halb mit Saft, halb mit Luft erfüllt. Er fügt sogar ausdrücklich hinzu, dass der Regel nach der Saftantheil in der Höhe, die Luft im Grunde der Zellen verharre. Entwickle sich, sagt er, die Luft in den Zellen erst nachdem der Saft die feinen Wurzelzasern verlassen, beim Durchgang durch den Holzkörper des Stammes, so müsse in diesem eine Luft- und Dampfspannung entstehen, welche den in der Höhe der Zellen befindlichen Saft in die darüber befindliche Zellen drücke.

Ein von Th. Hartig (Forst- und Jagdzeitung, 39. Jahrg. 1873. S. 1 u. ff.) neuestens veröffentlichter Aufsatz über die Temperatur der Luft im Holzkörper der Bäume sucht die Hebung des Saftes, sowie als davon abgeleitete Erscheinungen, das Bluten und Safteinsaugen wieder von der sich ausscheidenden Luft des Baumsaftes herzuleiten, ohne jedoch die ähnlichen theilweis abweichenden Forschungsergebnisse Anderer zu beleuchten.

Dass auch diese „pneumatische“ Hypothese anfechtbar ist, scheint ihr Schöpfer zu fühlen, denn er wundert sich selbst darüber, dass der geschilderte Druck nur nach oben, statt nach allen Seiten wirke. In der That muss er die Kraft des von der Wurzel aus nachdringenden Bodenwassers zu Hülfe nehmen, um den Luftdruck nicht auch rückwärts, dem Boden zu, wirken zu lassen. Warum ferner, muss man fragen, drückt die Luft in der einzelnen Zelle den Saft nach oben? Kommt dieser aus der nächst unten liegenden Zelle, so sollte man ihn zunächst eher am Boden als an der Decke des Zellraumes finden.

Ueberhaupt weist die geringe, hauptsächlich von den nach dem Schnitt offenstehenden Poren herrührende Luftentwicklung gelegentlich der Wassereinsaugung von Grünholz darauf hin, dass das Wasser nicht bloss von Zellraum zu Zellraum fliesst, sondern auch wesentlich von den Zellwandungen aufgenommen und weiter geleitet wird. Auch bei Hängpflanzen kommt die

[1] Lehrbuch für Förster, 10. Auflage. I. S. 312.

Hartig'sche Luftentwicklung aus dem Bodensaft in Widerstreit mit der Richtung nach unten, welche der Saft einzuschlagen hat.

In neuester Zeit wird als bewegende Kraft noch die von uns unten SS. 149 u. 158 geschilderte **Gewebespannung** in Anspruch genommen. Durchschneidet man quer einen lebenskräftigen Spross, dessen Rinde Milchsaftgefässe und andere Siebelemente enthält, so quillt aus der Schnittwunde so viel schleimiger Saft, dass man annehmen muss dieser rühre zum kleinsten Theil aus den durchschnittenen, vielmehr in der Hauptsache aus den unverletzten hinterliegenden Organen, er sei daher durch die Zellwandungen hindurchgepresst. Diese Erscheinung erklärt uns in einfacher Weise das reichliche Zuströmen von Nahrungsstoffen nach allen Wunden. Zur Erklärung des Stofftransportes, aufwärts im Holz und absteigend in der Rinde, welche beide Strömungen wir glauben festhalten zu müssen, scheint sie uns aber ebenso wenig ausreichend als der lebhafte Bluterguss einer Wunde am thierischen Körper, um die Blutzirkulation in diesem begreiflich zu machen. Wäre das Aufwärts- und das Abwärtssteigen des Saftes im Baumkörper bloss Folge der von den peripherischen und zentralen Geweben aufeinander geübten gegenseitigen Spannung, so sollten bei den verschiedenen Formen in denen man den Zauberring am Baum anbringen kann, erstere doch im gleichen Verhältniss in den Hintergrund treten, als das vielfache Durchschneiden der Rinde die Spannung mindert. Und doch zeigt sich der absteigende Saft selbst an schmalen spiralförmigen Rindestreifen wie am kaum verletzten stark gespannten Rindemantel.

Die Thätigkeit der safthebenden Kräfte, in Verbindung mit der Sommerdünstung bei winterkahlen, mit der Sommer- und geringer Winterdünstung bei den immergrünen Holzarten, hat nach **Jahreszeiten** verschiedenen **Wassergehalt** des Baumkörpers zur Folge.

Wir haben an einem andern Orte [1] die frühern Arbeiten aufgezählt welche den Irrthum beseitigten, wonach die Bäume

[1] Technische Eigenschaften der Hölzer, 1860. S. 57.

zur Vegetationszeit am meisten Saft (Wasser) enthielten. In neuerer Zeit untersuchte Stöckhardt [1] den Verlauf des Saftgehaltes in den verschiedenen Monaten des Jahres an der Fichte. Die von ihm mitgetheilten Kurven widersprechen sich aber dermassen und sind an sich von so schwankendem Verlaufe, dass daraus nichts und am wenigsten wie a. a O. geschehen, darauf geschlossen werden kann dass „die Fichte annähernd das ganze Jahr hindurch einen gleichen Wassergehalt zeigt.“ Aus welchen Gründen die angegebenen Untersuchungen ein Ergebniss kaum haben konnten, lassen wir hier bei Seite liegen. Auch die neuesten Angaben Th. Hartigs [2] müssen wir, weil unter sich und mit desselben Autors frühern Veröffentlichungen im Widerspruche, vernachlässigen.

Als Ergebniss unsrer eigenen mehrjährigen Untersuchungen [3] an Buche und Hasel stellten sich folgende Sätze heraus:

Ein Gesetz der Saftzu- und Abnahme nach den Jahreszeiten besteht zwar, aber es kann in Folge abnormer Witterung in den Jahreszeiten verdeckt werden. So in Folge der bis ins Frühjahr 1866 dauernden Bodendürre des Jahres 1865 und darauf folgenden regnerischkühlen Sommers 1866.

Regel ist grösste Saftarmuth des Holzes zwischen September und Oktober oder November, zu welcher Zeit schwere und leichte Laubhölzer nahezu dieselbe prozentliche Saftmenge zeigen. Warum das angegebene Minimum auf das späte Ende des Sommers fällt, wo die Blätter, bereits abgelebt, nicht mehr stark dünsten können, also Saftansammlung begünstigen sollten, wäre erst festzustellen. Vielleicht ist bis Ende September und noch weiter hinaus sich steigernde Bodentrockenheit Veranlassung.

Sodann Zunahme während des Winters und Erreichung des Maximums im Frühjahr. Solches bei Buche im Mai, nach vorübergehender Senkung von Januar zu März, bei Hasel dagegen, nach stetiger Zunahme, im März; bei Weisserle Maxi-

[1] Tharander Jahrbuch, 10. Bd. 1854. S. 313 und 314.

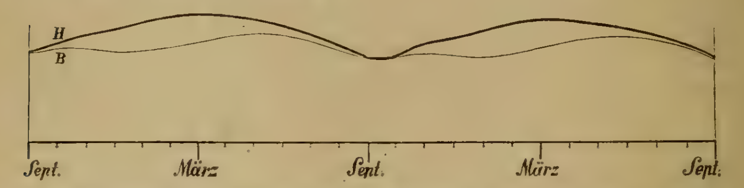
[2] Botanische Zeitung, 26. Jahrg. 1868. S. 20.

[3] Kritische Blätter, 52. Bd. II. Heft. S. 163.

mum zwischen Mai und Juni. In diesem Stadium grösster Unterschied der Saftmenge zwischen leichten und schweren Hölzern, wovon die erstern weit saftreicher.

Darauf stetige Abnahme den Sommer über.

Vorstehender durch Kurven versinnlichte Gang des Saftgehaltes (Fig.) ist durch Lauprechts [1] Untersuchungen und Kurve überraschend bestätigt.



Wer Gesetze vorstehender Natur ergründen will, und dazu, wie vielfach geschehen, allmonatlich einen Baum fällt, hat wenig Aussicht auf brauchbare Ergebnisse. Eine ganze Reihe von Ermittlungen auf diesem Wege, sie möchten sonst noch so umsichtig vorgenommen worden sein, hat lediglich keinen Werth. Die Individualität spielt bei den Bäumen eine so grosse Rolle, dass sie die meisten von Klima, Lage, Jahreszeit etc. herrührenden Schwankungen verdecken kann und häufig verdeckt. Dagegen schützt nur eine Mehrzahl von Bäumen. Zudem sind junge Bäume zu Herleitung vieler Gesetze brauchbarer als ältere, welche oft schon das Mehr oder Weniger von Reifholz unvergleichbar macht. Aus Nichtbeobachtung des vorstehenden Gesichtspunkts erklären sich die Widersprüche in den Ergebnissen der Untersuchungen von Stöckhardt und Karsten (Tharander Jahrbuch, 16. Bd. 1864. S. 301 und 21. Bd. 1871. S. 96), wonach der Buchenholzkörper im Frühling am wasserärmsten, stufenweise bis zum nächsten Winter wasserreicher würde, ihre Rinde im Sommer am wasserreichsten wäre. Wogegen a. a. O. für Lärchenholz als Saftminimalzeit Juli, als Maximalzeit Mai angegeben werden und Fichte ausser zwei höchsten Saftbeträgen im April und Januar gar kein Gesetz durchblicken lässt. Freilich lässt auch eine Bemerkung auf S. 87 des letztgenannten Citats nicht annehmen dass die dem Versuche zu Grunde liegenden Hölzer bei der Bemessung des Saftgehaltes seien gleichmässig lufttrocken gewesen. Denn Hölzer welche während der Trocknungsperiode bei feuchter Luft bereits wieder an Gewicht zunehmen, können bis zur Lufttrockenheit noch mehrere Prozente zu verlieren haben, was bei Untersuchungen wie die vorliegenden möglicherweise die ganze Differenz von einer Jahreszeit zur andern beträgt.

[1] Forst- und Jagdzeitung, 47. Jahrg. 1871. S. 451.

Eine sehr bedeutende Arbeit über vorliegenden Gegenstand und die damit zusammenhängenden technischen Eigenschaften verschiedener Hölzer hat Th. Hartig in Forst- und Jagdzeitung, 47. Jahrg. 1871. S. 81 u. 121 geliefert. Es ist hier nicht der Ort näher darauf einzugehen. Doch muss bemerkt werden dass die von einem einzigen Jahrgange dabei erhaltenen Resultate selbst bei Wiederholung der Prüfung der auffallenden Zahlen nicht als definitive, sondern nur als Fingerzeige angesehen werden können, in welchen Richtungen in Zukunft weiterzuforschen sein dürfte. Denn die Methode die er befolgte, lässt eine grosse Genauigkeit nicht zu. Sonst wäre er nicht theilweise zu Ergebnissen (Botanische Zeitung, 26. Jahrg. 1868. S. 21) gelangt, welche mit der Wirklichkeit und seinen frühern Sätzen in vollem Widerspruch stehen und von denen er am obenangeführten Ort einigermassen zurückgekehrt ist. Doch geht auch aus den Th. Hartig'schen Untersuchungen die allgemeine Wahrnehmung hervor dass der Saftgehalt der Bäume vom Winter zum Herbst sinkt, bei einem Theile der Holzarten unter Einschaltung des Maximums im Frühjahr.

Begreiflich ist die stetige Abnahme des Saftgehaltes im Laufe des Sommers an jungen mehr und mehr verholzenden Trieben, vorjähriger Rinde und Blättern der Eiche, wie sie sich im Tharander Laboratorium [1] herausstellte. Eine am Ende der stetigen Abnahme im Oktober sich anreihende Wiederzunahme bei Blättern von Buchen und Lärchen scheint eine durch die Auswahl der Spätlingsblätter herbeigeführte Abnormität.

Man gebraucht im gewöhnlichen Leben sehr häufig den Ausdruck S a f t z e i t, ohne sich über dessen Bedeutung recht klar zu sein.

Zunächst kann man diejenige Jahreszeit so nennen, in welcher der Baum am meisten Saft oder Wasser enthält, d. h. mit steigender Berechtigung die Monate November, Dezember bis März oder April.

Oder heissen wir Saftzeit diejenige, in welcher bei reichlichem Gehalt an Saft ein Ausfliessen von solchem stattfindet, wenn der Baum verletzt wird. Sie fällt grossentheils mit ersterer zusammen. Doch ist nach Obigem zu bemerken, dass das von äussern Umständen wesentlich beeinflusste Bluten der Stöcke möglicherweise auch erfolgt, wenn der Stamm nicht gerade sein Maximum von Saft ausweist.

Gärtner und Holzhauer wenden „Saftzeit“ auf den Theil des Jahres an, in welchem sich die Rinde vermöge des Kambiums (s. S. 154), das sie für einen Saft halten, leicht vom Holze trennen lässt, und welche, je nach der Holzart, im Frühling beginnt und mit August abschliesst, d. h. nahezu mit der Vegetationszeit zusammenfällt, bei manchen Holzarten unter Bevorzugung gewisser Monate (des ersten und zweiten Saftes). Dieser

[1] Tharander Jahrbuch, 9. Bd. 1853. S. 166.

Gebrauch insofern im Widerspruche mit dem erstgenannten, als das Bluten der Stöcke eben aufzuhören pflegt, wenn das Gehen der Rinde beginnt.

Will man demnach nicht neue Bezeichnungen an Stelle der hergebrachten, Verschiedenartiges umfassenden Saftzeit setzen, so bleibt nur übrig, aus dem Zusammenhang in welchem das Wort auftritt, zu schliessen was damit gesagt sein soll. Gewöhnlich jedoch heisst im Saft oder ausser Saft „in Vegetation“ oder „in Winterruhe“ begriffen.

Aus den Th. Hartig'schen Angaben erhellt eine regelmässige Schwankung des Saftgehaltes der Hölzer **im Laufe des Tages.** Der Unterschied zwischen demjenigen in den Nachmittagsstunden und solchem in den Frühstunden kann danach über ein Drittel des letztern betragen. Da die Beobachtungen nur in der ersten Woche Septembers und nach vierwöchentlicher Trockenheit, also zu einer Jahreszeit angestellt worden, wo die Hölzer nahezu das Jahresminimum an Saft enthielten und schwere und leichte Hölzer sich nahezu gleichstehen, muss man sich hüten daraus Schlüsse auf eine andre Zeit oder gar den Durchschnitt des Jahres und der Holzarten zu ziehen.

Nachstehend eine Anzahl weiterer Bemerkungen über die Natur des aufsteigenden Saftes.

Es scheint an sich wahrscheinlich dass anhaltendes dumpfiges Regenwetter einiges Anschwellen, vollständigeren Turgor des Baumes zur Folge habe, wenigstens im Sommer, wo sich dieser in saftärmerem Zustande zu befinden pflegt. Sagt ja schon Duhamel[1] dass Sommers wie Winters die Bäume bei grosser Nässe vorübergehend ziemlich namhaft an Dicke zunehmen. Eine Thatsache welche neuerdings bestätigt wird durch Messungen Vonhausens gelegentlich von Beobachtungen des Dickezuwachses der Bäume,[2] wobei sich noch weiter ergab, dass Bäume (Linde und Ahorn) nach begonnenem Dickewachsthum in Folge trocknen Nordostwindes stehen bleiben, ja an Dicke wieder etwas verlieren können, was wir wohl dem Saftverlust und Schwinden des Holzkörpers zuzuschreiben haben, während andre Holzarten (Tanne) inzwischen unbeirrt fortwachsen.

[1] Exploitation, I. p. 331.

[2] Forst- u. Jagdztg., 35. Jahrg. 1859, S. 39 u. 443 und 38. Jahrg. 1862, S. 119.

Wir haben oben eine gewisse Gesetzmässigkeit kennen gelernt mit welcher im Laufe sonnenreicher Tage der Wurzelsaftdruck steigt und fällt. Es wäre zu wünschen dass auch zur Zeit der Saftarmuth, also im Sommer, dieselbe Untersuchung in Bezug auf den Saftgehalt zu verschiedenen Tagesstunden vorgenommen würde. Denn es ist wahrscheinlich dass, wenigstens an schwächern Bäumen, eine tägliche Periodizität besteht.

Der Saft steigt im Körper des Stammes bei normalen Verhältnissen von der Wurzel aus in senkrechter oder wenigstens geradliniger Richtung auf.

Duhamel bemerkte oft dass Birnbäume welche auf der Grenze von Wiesland und Ackerfeld standen, auf der dem letztern zugekehrten Seite sich kräftiger entwickelten als auf der Wiesenseite.

Th. Hartig [1] der stehende Bäume am Grunde sternförmig durchbohrt und in die Bohrlöcher Eisensalzlösung eingebracht hatte, sah die Sternform der färbenden Flüssigkeit sich noch auf 13 Millim. Höhe im obern Schaft erstrecken.

Dabei hat aber das Holz die Fähigkeit den Saft auch in abweichender Richtung zu führen. Hales machte an zahlreichen in Wasser gestellten Zweigen, Duhamel an einer eingewurzelten jungen Ulme ringsum bis auf das Mark reichende Kerben (Fig.) welche den aufsteigenden Saft nicht hinderten zu der Krone zu gelangen. Der letztgenannte Beobachter führt zur Unterstützung des Satzes auch die Erfahrung an dass, wenn man einem Strauch mit wenigen starken Wurzeln eine dieser letztern abhaut, einer der Aeste zu trauern aber sich zu erholen pflegt, weil seine Versorgung mit Saft nun von den andern Wurzeln übernommen wird. Endlich gehört hieher die von Hales nachgewiesene fortdauernde Ernährung von Bäumen die man durch ihre Aeste mit zwei Nachbarbäumen kopulirt und sodann am Boden



[1] Botanische Zeitung, 11. Jahrg. 1853. 17. S. 313.

abgehauen oder durch Aufgraben des ihre Wurzeln umgebenden Bodens in die Luft gehängt hat (Fig.).



Die Splintbaumarten wie Birke, Ahorn. Buche, Haine, Stechpalme u. dgl. führen aufsteigenden Saft durch den ganzen Holzkörper. Nur in der Umgebung der Markröhre pflegt eine saftlose Stelle zu sein. Auch findet man im Frühjahr zur Zeit des Saftströmens aus Stöcken, dass z. B. an der Birke die Lebhaftigkeit des Ergusses von innen gegen die Rinde zunimmt.

Selbst aus ziemlich jungen Buchenästen, wo die Ausbildung von Reifholz früher beginnt als im jungen Stamm, ergiesst sich der Saft viel reichlicher im Umfang als gegen die Markröhre.

Die Buche und Haine zeigen im Innern ihrer sonst hell gefärbten Astwurzeln ein grün gefärbtes, also chlorophyllreiches Splintgewebe. In der Mitte des letztern findet sich häufig noch einmal weisser Splint. Der Saft quillt hauptsächlich aus der geschilderten grünen Schicht.

Auch vom Gaisblatte *(Caprifolium)* sagt Duhamel, Physique V. p. 284, dass bei ihm gefärbte Injektionsstoffe nicht den ganzen Splint durchdringen, sondern dessen äussern Umfang ungefärbt lassen.

Die Kern- und Kernreifholzbäume dagegen leiten den Saft bloss im Splint und etwa im jüngsten Theile des Kerns, wie

man an dünnen frischgesägten Scheiben welche gegen Sonne oder Licht gehalten werden, leicht sieht.

Kernfaule und kernhohle Stämme wie Weiden, Pappeln, Ulmen etc. leiten ihren aufsteigenden Saft in der schmalen gesunden Splintlage welche sich immer noch auf der Innenseite ihrer Rinde findet. Darauf macht schon Duhamel [1] aufmerksam.

Es wäre erwünscht wenn mit den Erscheinungen an hohlen Bäumen die verschiedenen Probleme der Safthebung eingehend verglichen würden. Stehen Poren und Zellen des Holzes unter sich in offener Kommunikation, so sollte ja das zu hebende, von der Wurzelkraft aufwärts gedrückte Saftwasser nach der Kernhöhle des Baumes abfliessen. Man wird zur Erklärung der Thatsache dass es nicht geschieht, jedenfalls müssen zum Mangel der Imbibition beim Kern- und Reifholze seine Zuflucht nehmen.

Wird ein stehender Baum in Form **eines breiten Ringes entrindet**, so trocknet hier der sonst am meisten Saft leitende jüngste Splint aus und verliert an Lebensthätigkeit. Es muss alsdann bei den Splintbäumen innerer also älterer Splint, bei den Kernholzbäumen der jüngere Kern die hauptsächliche Saftleitung übernehmen.

In einem Falle letzterer Art (Technische Eigenschaften der Hölzer, 1860. S. 187) zeigte der im Laufe von zwei Jahren verkümmerte Splint nur 22 Prozent Saft, dagegen die nächst darunter liegende Kernschichte 37 Prozent, die folgende 35 Prozent und die Mitte des Kerns 33 Prozent. Da die Saftzahl 37 für Eichenholz sehr hoch erscheint, so lässt sich annehmen die Leitungsthätigkeit des jungen Kerns sei in Folge der mangelhaften Thätigkeit des Splintes gesteigert worden.

Th. Hartig (Forst- und Jagdztg., 36. Jahrg. 1860. S. 261) fand an einer nur auf 10 Cent Breite ringförmig entrindeten noch kräftig vegetirenden Weymouthsföhrenstange nach dem Hiebe nur 12 Prozent Feuchtigkeit, also wie er sagt nicht mehr als in gewöhnlichem lufttrockenen Holz, und über und unter der Ringwunde 52 bis 62 Prozent Saft. Welche an sich auffallenden Zahlen annehmen lassen dass Th. Hartig die Holzstücke gedörrt habe.

Ein merklich geringerer durchschnittlicher Saftgehalt des blossgelegten Theiles an solchen im Umfange geschälten Bäumen, gegenüber der nach dem Gipfel zu und öfters im Vergleiche mit dem am berindeten Fusse herrschenden Saftmenge, ergab sich auch bei anderweitigen Untersuchungen. (Kritische Blätter, 49. Bd. I. Heft S. 130.)

[1] Physique des arbres, II. Liv. V. p. 296.

Es ist begreiflich dass die ringförmige Entrindung des Schaftes auf die Krone des Baumes wie eine Unterbindung thierischer Körpertheile wirkt. Und zwar vielleicht einigermassen wegen Störung des Zusammenhangs von Krone und Wurzel durch die Rinde d. h. das leitende Organ des rückkehrenden Saftes. Wenn Duhamel irgendwo anführt dass er geringelte Ausschläge sich länger habe erhalten sehen als geringelte Samenbäume, hat er wohl eine ungenügende Ernährung des Stockes der letztern Seitens der Krone, also durch absteigenden Saft angenommen.

Hauptsächlich aber wirkt die ringförmige Entrindung hemmend auf den nach der Krone fliessenden aufsteigenden Rohsaft.

In der That ist, wenn es dem Baume nicht gelingt die ringförmige Wunde entweder durch Harzablagerung oder Neubildung von Rinde oder Ueberwallung von oben herab zu schützen, das Absterben des Baumtheiles oberhalb der Ringwunde nur eine Frage der Zeit. Bei Splintbäumen (Ahorn, Buchen etc.) kann sich das Leben allerdings lange, zuweilen Jahrzehnte hindurch, fristen, weil das Innere dieser Bäume nur im normalen Zustande Saft führt. Rascher erfolgt der Tod bei Kernbäumen, z. B. der Eiche. Mit dieser stellte schon Duhamel Versuche an, bei denen im Monat Mai bis in den Kern eingekerbte Bäume im ersten, spätestens zweiten Jahre nach der Operation eingingen, die andern auf zwei Fuss Breite über der Wurzel aber oder in der ganzen Länge des Schaftes entrindeten nach zwei bis drei Jahren starben. Ein Unterschied zwischen theilweis und ganz entrindeten Stämmen, welchen wir bei den hiesigen Versuchen zu bemerken glauben, stellte sich bei den Duhamel'schen Versuchen kaum heraus. Zahlreiche in Meterbreite entrindete Eichen des Hohenheimer Revieres pflegen nach zwei bis drei Jahren abzustehen, und zwar, wie bei Duhamel, [1] die stärkeren später als die schwächern.

Unser Gewährsmann beobachtete nebenbei dass die geschälten Bäume im Frühling vor den gewöhnlichen Bäumen

[1] Exploitation des bois, I. p. 41.

ausschlugen. Die unsrigen erscheinen mit ihrer Belaubung später. In der Forst- und Jagdzeitung [1] ist ebenfalls berichtet dass von einer Anzahl stehend entrindeter Eichenoberständer einige zeitiger ausschlugen als die übrigen. Die Bäume trugen im Jahre nach der Entrindung vollkommene Früchte, zwei davon machten auch einen Johannistrieb. Duhamel gibt a. a. O. noch weiter an dass vor der Saftzeit gegürtelte Bäume früher abstarben als zur Saftzeit gegürtelte. Im Herbste lassen die entrindeten Bäume das Laub gewöhnlich früher fallen, es wäre denn dass dieses schon im Sommer abgestorben wäre oder vielleicht die erste Winterkälte den Baum getödtet hätte. Wenigstens findet man einzelne geringelte Bäume deren Laub den ganzen Winter über todt hängen bleibt.

In dem unter dem entrindeten Gürtel befindlichen Stock- oder Stammestheile dagegen entsteht nothwendig eine Ueberfüllung mit aufsteigendem Saft. Darum brechen hier nach einer Ringelung so häufig aus schlafenden Knospen Wasserschosse hervor (siehe S. 51), welche ihre grüne Belaubung im Herbste länger behalten als die Baumkrone.

Finden sich an ihnen nach H. Hoffmanns (Forst- u. Jagdztg. 47. Bd. 1871. S. 323) Angabe Blattläuse, Ameisen und Zucker, so deutet diess noch keineswegs, wie er schliesst, auf Zuckerausscheidung aus den ausbrechenden Knospen.

Selbst wenn man über einander zwei Rinderinge ablöst, kann aus dem zwischen beiden stehen gebliebenen berindeten Ringstreifen noch Wasserreis hervorbrechen.

Wenn Duhamel a. a. O. das häufige Zumvorscheinkommen von Wassersprossen zwischen Holz und Rinde am Unterrande der Ringwunde berichtet, so stimmt diess mit den gewöhnlichen Erfahrungen an der schlafende Knospen austreibenden Eiche nicht überein.

Am untersten Wundrand einer in doppeltem Ringe geschälten Erle fand sich einst (Oktober 1848) ein Theil des durchschnittenen Bastes von Saft befeuchtet. Auch diess möchte von der Saftüberfüllung des Baumfusses herrühren, verdient aber neu untersucht zu werden.

Als ein Mittel um lästige leichtausschlagende Stöcke zum Absterben zu bringen, empfiehlt man sie hoch zu belassen und

[1] Jan. 1846 S. 27. „Ueber die Reproduktionskraft der Eichen."

gänzlich zu entrinden. Die grosse dünstende Oberfläche wird es hier sein, welche Stock und Wurzel erschöpft.

---

2) Rückkehrender oder absteigender Strom (Bildungssaft).

Dass das vorstehend geschilderte von den Blättern erzeugte Material zum Baumwachsthum bei unsern gewöhnlichen, dikotylen Bäumen, wie S. 28 gesehen, seinen Weg hauptsächlich durch die Rinde herab nimmt, erhellt aus einer grossen Reihe von Thatsachen.

Schon Duhamel [1] macht darauf aufmerksam dass beim Keimen des Samens die Ausbildung der sich zunächst entwickelnden Wurzeln auf Kosten der oberhalb befindlichen Kotyledonen oder des sie vertretenden Eiweisskörpers vor sich geht. Der in dieser enthaltene Nahrungsstoff muss also hier abwärts wandern.

Th. Hartig [2] ritzte während der Vegetationszeit verschiedene Laubhölzer auf verschiedenen Höhen in horizontaler oder schräger Richtung und beobachtete dabei einen Unterschied im Erfolge, je nachdem er mit seinen Kerben von unten nach oben oder in entgegengesetzter Richtung am Schafte fortschritt. Im erstern Falle quoll neuer Bildungssaft aus dem obern Rande der Kerbe mit jedem neuen Einschnitt. Im zweiten, bei abwärts gehender Wiederholung der Kerben, floss der Saft nur aus der obersten Kerbe. Sie hatte nach Th. Hartig den auch für die untern Theile der Rinde bestimmten absteigenden Saft abgeschnitten.

Duhamel [3] okulirte ein Pfirsichauge sammt anhängender Rinde auf einen Pflaumenbaum. Es bildete sich unter dem eingefügten Rindestück rothes Pfirsichholz das mit dem Pflaumenholz nicht verwachsen war, also von der Rinde sammt dem darauf sich entwickelnden Auge herrührte. Hatte sich an der

[1] Physique des arbres, Liv. V. Chap. II. p. 311.

[2] Botanische Zeitung, 19. Jahrgang. 1861. S. 18.

[3] Physique des arbres, IV. p. 32 et 37.

Innenseite des eingesetzten Rindestückes noch eine dünne Lage Pfirsichholz befunden, so war der Unterschied im Erfolge nur der dass sich das neue Pfirsichholz zwischen Rinde und genannter noch vorhandener Schichte Pfirsichholz bildete. Dieses blieb wie früher ohne Verwachsung mit dem unterliegenden Pflaumenbaum. Einigemal war sogar auf der Innenseite des neu angelegten Holzes eine dünne Rindebekleidung entstanden.

Ein anderer Beobachter, Ludot de Troies, [1] wies in ähnlicher Art, Weiden auf Pappeln okulirend, die Bildung von grünlichem Weidenholz unter dem Weidenauge, im Gegensatze zu dem weissen Pappelholze der Unterlage nach.

Auch löste Duhamel [2] an Bäumen Rindelappen und verhinderte ihre natürliche Berührung mit dem Holze durch Einlegen von Zinnblättern in der Art dass die Rindelappen ausschliesslich mit der obern oder untern, mit der rechten oder linken Seite im Rindezusammenhange blieben. In allen Fällen bildete sich Holz auf der Innenseite des Rindelappens, nicht aber auf dem Holze des Baums. Woraus folgt dass die Entstehung der neuen Holzschicht an der Innenseite des Rindelappens sich von einer beliebigen Seite der Rinde des Baumes herein auf Kosten des der Rinde innewohnenden Nahrungsvorraths und nicht gerade mit direkt abwärts steigenden Saftbestandtheilen entwickelt hatte.

Endlich löste Duhamel zur Saftzeit an jungen Ulmen die Rinde in einem breiten Ringlappen ab und legte sie nachher wieder sorgfältig auf. Wieder wurde die Holzringbildung regelrecht von der Rinde aus besorgt, aber wieder blieben auch die auf der Innenseite der Rinde entstandenen Holzringe durch eine Kluft vom Holzkörper des Stammes getrennt.

Daraus dass sich unter dem vom Baume getrennten Rindelappen eine Holzschicht gebildet hatte die so dick war als in der Umgebung, schliesst Duhamel dass auch im normalen Zustande des Baumes der volle Holzring von der Rinde ausgehe und nicht vom Holze.

[1] Daselbst, p. 33.

[2] Physique des arbres, IV. p. 38.

Man wird dadurch an eine Bemerkung Th. Hartigs erinnert, welcher von der an der Innenseite der abgelösten Rinde entstehenden Holzschichte sagt dass sie nicht durch Wucherung der Markstrahlenenden entstehe, wie die sich auf dem entrindeten Holze wiederbildende Rinde. Indessen scheint uns dieser Schluss doch etwas gewagt. Warum sollen die Markstrahlen des Holzkörpers bei der in der Hauptsache von der Rinde ausgehenden Holzbildung gar nicht betheiligt sein, wenn sie wenigstens am entrindeten Schafte zu wuchern vermögen? Und warum die Markstrahlenverlängerungen in der Rinde nicht wenigstens bei dem Bau der Markstrahlenbrücken durch die neue Holzschichte zum Baumkörper betheiligt sein? Auch H. Cotta (Naturbeobachtungen S. 72) nimmt, gestützt zugleich auf die feste Verwachsung der neuen Holzschichte mit der vorhergehenden, eine Betheiligung beider, der Rinde und des Holzes, bei der Bildung des Jahresringes an.

Als eine weiterer Prüfung werthe Merkwürdigkeit führen wir noch an dass bei einem von Duhamel S. 36 berichteten Versuche des genannten Ludot, in einem den Saft von oben erhaltenden Rindelappen an einem Nussbaume sich eine Holzschicht im Innern des Rindelappens gebildet hatte.



Bei allen bis aufs Holz gehenden Verwundungen der Stämme sodann zeigt sich der die Wunde allmählich überziehende Verwallungswulst vor allem vom obern Wundrand aus (Fig.).

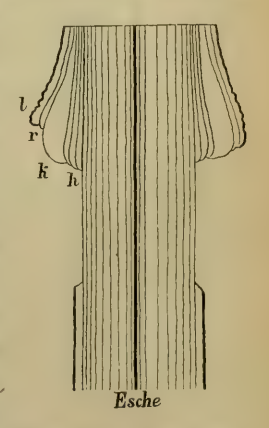
Allerdings erscheint er nicht selten in bescheidenem Masse rings um die Wunde, somit auch am untern Rande. Dieser bescheidene Wulst, aus dem benachbarten Gewebe geliefert, kann überall zwischen Holz und Rinde entstehen und zwar nicht bloss am Stock abgehauener Bäume, sondern selbst an Trümmern welche am feuchten Boden, in einem kühlen Gewölbe verweilen. Ein handgelenkstarkes Trümmchen von *Salix longifolia Host.* hatte, im Juli 1850 in einem Koffer aus Tyrol gebracht, unterwegs beiderseits Wülste gebildet. Diese Erscheinungen haben mit dem absteigenden Safte nichts zu schaffen.

Noch deutlicher nachweisbar ist er bei ringförmigen Entrindungen oder Einschnürungen mit Draht, Flaschenhälsen, Wirbelknochen u. dgl. an Aesten, Stamm und Wurzeln. Dass auch letztere in gleicher Weise wie die oberirdischen Theile

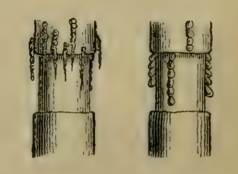
des Baumes anschwellen, zeigen bereits die Duhamel'schen Versuche. [1]

Der Ueberschuss des obern Wulstes über den untern, sofern ein solcher vorhanden, rührt vom absteigenden Safte her. Immer jedoch legt sich auch an den Seiten einer Wunde der Wall noch lieber an als am Unterrande.

Der Wulst welcher sich an ringförmig entrindeten Stämmen zu bilden pflegt, entwickelt in Verbindung mit der entsprechenden Holzbildung des obern Baumtheiles in seinem Innern alljährlich Holzringe (h). Diese Ringe pflegen nach oben rasch an Dicke abzunehmen. Nur bei kümmerlicher Existenz des geringelten Baumes findet man zuweilen die Zahl der vom Baume nach der Beschädigung noch durchlebten Jahre nicht vollständig. In einigen Fällen die wir untersuchten, erwies sich das Holzgewebe stark entwickelter Holzringe über der Ringwunde schwammiger, jedoch mit auffallend engen Frühlingsporen. Die vom Holzkörper des Stammes aus sie durchsetzenden Markstrahlen haben in ihnen stärkere Entwicklung und grobzelligen Bau angenommen. Für eine Anhäufung von Nahrungsstoffen über der Ringwunde spricht auch der reichliche Lederkork (k), der sich bei der Esche zur Bedeckung der neuen Holzschichten zwischen diesen und der eigentlichen Rinde (r) ausbildet. Letztere, aus Korkschicht und Bast bestehend, trägt ungewöhnlich stark entwickelte Lentizellen.



Bei geringelter Sale entwickelt sich sehr stark die Bastlage. An geringelter Tanne tritt aus der Anschwellung über dem rindelosen Theile des Baumes viel Harz in herabfliessenden Tropfen aus (Fig.). Wir sahen es einst im Juli in rosenkranzähn-



[1] Physique des arbres, L. IV. p. 414. fig. 129.

lichen Thränen ausgetreten, so dass sich uns die Frage aufdrängte ob diese Erscheinung nicht eine gewisse etwa tägliche Periodizität anzeige.

Unterhalb der Ringwunde vermag sich kein ordentlicher Holzring auszubilden. Ebenso bleibt hier die Rinde fast auf dem Standpunkte den sie vor der Verwundung eingenommen. Jedenfalls überschreitet sie nicht den Grad der Entwicklung des darunter liegenden Holzrings. Häufig sogar trocknet sie in Fingerbreite unterhalb der Ringwunde aus Mangel an Saftzufluss gänzlich ein. Auch von Haselmäusen ringförmig geschälte Erlen zeigen diess in hohem Masse.

Mit unsern Angaben im Widerspruche stehen die Ergebnisse von Ringelversuchen H. Hoffmanns, mitgetheilt in Botanischer Zeitung, 8. Jahrg. 1850. S. 842 und Forst- u. Jagdzeitung, 47. Bd. 1871. S. 322. Indessen lässt sich gegen letztere einwenden dass Salzlösungen die man in erklecklicher Menge durch Wurzeln und Blätter einsaugen lässt, nicht nothwendig den normalen Weg des Saftes einhalten. Ein Baumzweig, in farbstoffhaltige Flüssigkeit gestellt, zeigt nach einiger Zeit mit Farbstoff erfüllte Poren (Gefässe), und doch sind nicht diese die gewöhnlichen Saftleitungsorgane.

Manchmal z. B. bei der Sale findet man sowohl über als unter der Ringwunde, für die Zeit der Beschädigung bezeichnend, eine schmale rothe Gewebslinie, wie sie sonst bei Frostbeschädigungen vorkommt. Sie keilt sich vom obern Wundrand aufwärts allmählich aus und verliert sich gegen den Gipfel.

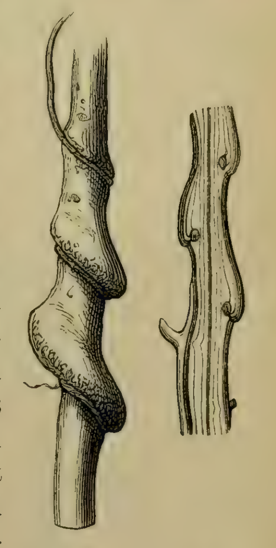
Lässt man zu Verbindung des obern und des untern Wundrandes einen schmalen senkrechten Streifen Rinde stehen, so verstärkt sich in diesem namhaft der Strom absteigenden Saftes. Eine Folge davon ist ausserordentliche Zunahme der Holzbildung unter demselben und bald verläuft desshalb der Streifen seilähnlich rund vom obern zum untern Wundrande. Eben wegen der Anhäufung des absteigenden Saftes über dem entrindeten Ring sind hier öfters die der Operation folgenden Ringe breiter als vorher.

Am deutlichsten zeigt sich der absteigende Saft an schraubenförmig oder in abwechselnden Ringen eingeschnürten oder entrindeten Stangen, besonders von Nadelholz. Einen Versuch letzterer Art, mit abwechselnden Ringen, machte schon

Hales (Taf. 13 Fig. 28 und 29). Beide aber finden wir fast vollständig durchgeführt und erläutert von Duhamel. [1]

Wählte man zu diesen Versuchen hinreichend lange, nicht bis zum Boden beastete Stämmchen, so ergibt sich zunächst dass unter den gegebenen Verhältnissen der absteigende Saft nicht bis zur Wurzel herab reicht. Von den untern Aesten der Krone abwärts wird er immer schwächer. Man wird sich solches aus dem durch die Entrindung geschwächten absteigenden Saft erklären müssen.

Der schraubenförmige Rindestreifen (Fig. 1. S. 104) zeigte einen Wulst sowohl auf der obern als auf der untern Seite. Der untere aber war weit stärker. Offenbar muss der absteigende Saft in der Rinde deren Windungen folgen. Darum legt sich auch das unter der Rindespirale entstehende durch engere Poren auffallende Holz in derselben Schneckenlinie auf. Es sagt zwar Trécul, sein ursprünglicher Bau sei der gewöhnliche senkrechte und erst später bilde sich das spiralige Ansehen dadurch aus dass sich die Holzporen (Röhren) unter schiefer Durchbohrung der Holzzellen entwickeln. Allein an den von uns zerlegten durch einschnürendes Gaisblatt bewirkten spiraligen Aussackungen (Fig.) von Sale, Esche, Ulme und Erle, so wie an Holzspiralen woran das nagende Eichhorn Schuld war, können wir solches nicht finden. Vielmehr zeigt sich überall der ganze Holzbau fast um einen rechten Winkel verdreht, Holzfasern wie Harzporen, Holzporen wie Markstrahlen und Markfleckchen; was auch die Richtung bestätigt in welcher sich die Fasern trennen und ablösen lassen. Das Gleiche gilt von der Rinde. Deren Grünschicht ist in der Lage nicht



[1] Physique IV. Pl. 10. fig. 86 und Pl. 14 fig. 132 u. 133.


1.
2.
a.
b.
c.

verändert. Wohl aber verläuft der Bast mit den ihn durchsetzenden Markstrahlenenden ebenfalls nach der Schraubenlinie.

Wie schon früher erörtert überspringt der absteigende Saft bei Spiralwuchs, wo er eine Rindeverbindung findet, gar gern eine oder einige Windungen der Spirale und fliesst gerade herab, abermals eine besondere starke Entwicklung des Holzes bewirkend.

Das in zahlreichen Ringen entrindete Stängchen (Fig. 2, S. 104) zeigt überzeugend den organischen Zusammenhang der Holzbildung mit den Blättern. Man darf zu diesem Behufe nur den nicht entrindeten Gliedern des Stämmchens abwechslungsweise auch Zweigchen belassen. Alsdann findet man später Holzbildung nur am untern Rindesaume der bezweigten Glieder (in a, b und c). An den zweiglosen fehlt sie gänzlich. Ja selbst der über den einmündenden Aestchen befindliche Theil der bezweigten Glieder ermangelt der Holzbildung. — Ebenso mangelt dieselbe auch zwischen Astringelungen und Stamm, wie zwischen Ringwunde an Stamm und Wurzel, wenn Ausschläge fehlen.

Sogar am entrindeten Stamme der aus sich selbst seine Rinde wiedererzeugt, erfolgt an einzelnen stehengebliebenen Rindestücken die unter diesen stattfindende Holzbildung nach Trécul vorzugsweis am bodenwärts gekehrten Rand. Dasselbe glauben wir an der Holzschicht zu bemerken, die sich unter der neuen Rinde gebildet hat.

Damit steht freilich das Ergebniss eines andern Versuchs von Trécul im Widerspruch. Er hatte an einer Paulownie unterhalb eines ringförmigen Rindeschnitts die Rinde des Baumes nach unten in Lappen getheilt, welche mit der gegen den Fuss des Baumes unten anstossenden Rinde im Zusammenhange blieben, und das unter den Rindelappen liegende Holz so weit beschnitten dass die darüber wieder in die frühere Lage gebrachten Rindelappen hohl lagen. Die Blätter gingen alsbald in Folge der Operation zu Grunde. Trotzdem bildete sich an der Innenseite der Rindelappen eine Holzschicht aus welche von unten nach oben an Dicke abnahm. Woraus also ein Wachsthum von unten nach oben und ein Holzansatz ohne Blätter hervorgingen. Ersteres zwar nur eine Steigerung der schon von Duhamel gesammelten Erfahrung. Letzteres aber eine Erscheinung welche nicht im Einklange mit andern Wahrnehmungen steht, ausgenommen einer einzigen.

Bekanntlich findet man nämlich in Nadelholzgegenden nicht gerade selten



überwallte Nadelholzstöcke. Am häufigsten bei Tannen (Fig.), doch auch bei Fichten und Lärchen und Seeföhren. (Dubreuil in den Comptes-rendus de l'Académie, s. Forst- und Jagdzeitung, 16. Jahrg. 1850. S. 80). Diese nachhaltigen Ueberwallungen befremdeten um so mehr als sonst kein Fall bekannt ist, in welchem fortdauerndes Holzwachsthum stattfände ohne Beihilfe von Blättern. Die räthselhafte Erscheinung löste sich nun für die Mehrzahl der Beobachter durch die Erklärung Reum's (Forst- und Jagdzeitung 1826, S. 294 u. 1827, S. 229) aus der Wurzelverbindung der überwallten Stöcke mit lebenden Bäumen und dem von Göppert beobachteten alsbaldigen Aufhören der Holzbildung an dem Stocke, nachdem der bisher die dazu nöthigen Stoffe liefernde Nährstamm ebenfalls geschlagen worden. Wie auch überhaupt die Wahrnehmung von überwallten Stöcken nur im geschlossenen also Wurzelverwachsung begünstigenden Bestande gemacht zu werden pflegt. Nur Th. Hartig (Forstl. Kulturpflanzen Deutschlands, Erklärung der Tafeln VII. u. VIII. S. 4. und Lehrbuch für Förster, 10. Aufl. 1861. S. 330) behauptet Lärchenstöcke beobachtet zu haben, welche überwallt waren und doch seit längster Zeit so weit von Bäumen ihrer Art entfernt gestanden hatten dass jeder Gedanke an eine Wurzelverwachsung wegfallen musste. Darum erklärte er sich die fortdauernde Jahresringbildung an genannten Stöcken aus nachhaltiger Verwendung der in Stock und Wurzel aufgespeicherten Bildungsstoffe und aus Resorption vorgebildeter Holzfasersubstanz.

Dagegen lässt sich freilich mancherlei einwenden. Zunächst dass wenn Nadelholzstöcke im Gegensatze zu allen andern aus sich selbst fortzuwachsen vermögen, auffällt dass sie es nicht gewöhnlich thun, vielmehr so selten. Sodann dass der Fall auch durch die Trécul'sche Erfahrung an Paulownia sich nicht erklären lässt, da bei dieser nur von einer einmaligen Holzbildung die Rede ist, nachdem die Blätter kurz zuvor abgestorben. Auch dass die Ueberwallung kräftig fortdauern kann, wenn der bisherige Holzkörper des Stockes bereits sich durch Ringschäle gelöst hat und Fäulniss und Insekten verfallen ist, so dass jedenfalls der im frühern Holzkörper aufgespeicherte Nahrungsvorrath bei der Neubildung von Holzringen nicht betheiligt sein kann. Endlich dass trotz der von Th. Hartig auf den Gegenstand gelenkten Aufmerksamkeit beobachtender Fachgenossen die Zahl der Fälle von Stöcken ohne Wurzelverbindung mit einem beblätterten Stamm sich auf so wenige beschränkt. Für uns zweifelhaft ist die (Forst- und Jagdzeitung, 21. Jahrg. 1855. S. 34) aufgezählte isolirte Fichte, deren Stock nur vier Jahre lebte und wie es scheint gar nicht näher untersucht wurde. Die

neuern Wahrnehmungen von Schember (Forst- u. Jagdzeitung, 22. Jahrg. 1856. S. 447) sprechen überwiegend für die Göppert'sche Erklärung. An den beobachteten Lärchenstockverwallungen liess sich öfters die Richtung nach welcher der Nährbaum stand, aus der einseitigen grössern Ueberwallung errathen. Die Verwallung erfolgte mehrmals selbst nachdem das Innere des Stockes bis zu den neuen Splintringen ausgefault war, was, wie gesagt, ein weiteres Moment gegen die Th. Hartig'sche Erklärung abgibt.

Das Organ welches den absteigenden Saft leitet, lässt sich durch Versuche feststellen. Nehmen wir zu diesem Behuf im Winter den nächsten besten Zweig, z. B. von Linde zur Hand und bringen ihn in das geheizte Zimmer, so sehen wir, bald ohne alles weitere, bald unter einigem mechanischen Druck, aus den Bastlagen einen klaren dicken Saft kommen. Dieser gehört offenbar dem von den Blättern herabsteigenden Strom an. Th. Hartig, der ihn sammelte, lässt ihn neben andern Stoffen viel Zucker und kleine Quantitäten Eiweiss enthalten und betrachtet ihn als den Inbegriff der Stoffe welche die Entwicklung der Gewebe des Baumes nöthig hat. Sachs bezweifelt letzteres, daran erinnernd dass gerade die zähen Eiweissstoffe vermuthlich schwieriger aus den verwundeten Zellen ausfliessen werden.

Als elementares Rindeorgan durch welches sich der Bildungssaft herabsenkt, gelten, zumal seit den einschlägigen Arbeiten Th. Hartig's, die weiten Siebfaserschichten des Bastes, bei Pfaffenhütchen [1] wo die sekundären Bastbündel fehlen und der Bast nur aus Siebfasergewebe mit peripherischen Reihen weitwandiger Siebröhren bestehe, diese letzteren. Da wir jedoch an der Linde aus den hellen Siebfaserschichten, sowie aus dem sonstigen Rindeparenchym und namentlich in der Ausmündung gegen die grüne Hülle, viele Luftbläschen sich entwickeln sehen, während aus den Bastfasern keine Luft gepresst werden kann, dürfte der absteigende Saft wohl auch in den Bastfasern fliessen.

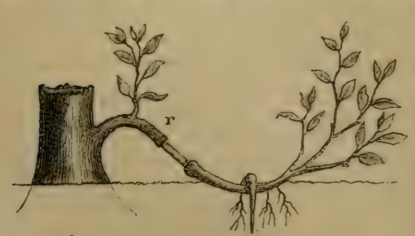
Einzelnen Holzgewächsen z. B. dem Schlingstrauche wird die Bastschichte abgesprochen. Es ist also anzunehmen dass

[1] Botan. Zeitung, 16. Jahrg. 1858. S. 370.

bei ihnen der Bildungssaft durch das Rindeparenchym abwärts geführt wird. Legt man ihnen einen Zauberring an, so sind die Erscheinungen des Anschwellens der Rinde analog denjenigen bei andern Bäumen.

Nothwendig kommt dem absteigenden Safte die Schwerkraft zu statten, welche von dem aufsteigenden Strom überwunden werden muss. Dass diess aber auch dem absteigenden nicht schwer wird, geht aus der kräftigen Entwicklung so vieler hängenden Aeste hervor: an vielen derselben muss er fast senkrecht fliessen. Er entwickelt an ihnen, wenn sie geringelt werden, denselben, wenn auch nach oben gekehrten Wulst. Schon Duhamel [1] nimmt daher an dass er einem andern als der Schwerkraft gehorche. Endlich folgt ihr Einfluss aus der raschern und vollständigern Entwicklung der nach unten stehenden Blätter, Blütekätzchen u. s. w.

Dass die Schwerkraft hier eine bedeutende Rolle spiele, nimmt Sachs (Experimentalphysiologie S. 388) an, sich auf einen Versuch Knight's in dessen Philosophical Transactions 1804. p. 183 beziehend. An welcher unklaren Stelle wir aber nichts von Wulst eines geringelten und umgekehrt gepflanzten Johannisstockes, sondern blos die Thatsache hieher gehörig finden, dass verkehrt gepflanzte Stecklinge gern versagen, und solche die anschlagen, auch über der Ansatzstelle der zu Zweigen ausgewachsenen Knospen Holz ansetzen können. Vielleicht meint er damit Pollini's Versuch (Treviranus I. S. 337), wobei Platanenäste geringelt mit der Spitze in den Boden abgesenkt und nachdem sie hier Wurzel gefasst, vom Mutterbaume getrennt, ihren Wulst an der geringelten Stelle auf der Seite der nunmehr bewurzelten Spitze anlegten, was aber mit der Schwerkraft wenig zu schaffen hat. Senkt man nämlich Seitenstockausschläge z. B. von Platane oder Linde in der gewöhnlichen Weise in den Boden, und ringelt den Absenker in seinem vom Stocke zur Erde absteigenden Theile (Fig.), so bildet sich an der Ringwunde ein starker Wulst auf der Seite welche durch die Rinde nur mit dem durch den Boden gehenden Gipfel in Verbindung steht. An einem Lindeabsenker den wir dem Versuch unterworfen hatten, war seit der geschehenen Ope-



[1] Physique IV. p. 108.

ration am Absenker auf dem höchsten Punkte der Biegung zwischen Stock und Ringelstelle ein armslanger senkrechter Wasserschoss ausgebrochen. Nichtsdestoweniger starb das Rindestück (r) zwischen Wasserschoss und Ringelstelle ab. An einem andern ähnlichen, mit mehreren neuen Wasserschossen zwischen Stock und Ringwunde versehen, hatte sich zwischen letztern beiden ein Ringanfang gebildet. Da jedoch die Ringwunde im Mai, also erst war angebracht worden als die Entwicklung des Laubes bereits begonnen hatte, kann letzterem der Beginn des Ringes zugeschrieben werden. Bei zwei ganz ähnlich behandelten Platanenabsenkern entstand zwischen Stock und Wunde weder Wasserausschlag noch Ringanfang, dagegen entwickelte sich auf der Stockseite ein kleiner Wulst aus der Rinde und ein starker aus der entgegengesetzten durch die niedergelegten Zweige ernährten. Aus welchen Vorgängen abermals zu schliessen sein wird dass der absteigende Saft nicht ungern tellurisch nach oben strömt, wenn nur physiologisch nach unten, d. h. vom Zweig gegen die Wurzel, nicht gern aber tellurisch abwärts, wenn diese Richtung mit derjenigen von Wurzel zu Krone zusammenfällt.

Ist demnach der Weg festgestellt auf welchem der Bildungssaft herabsteigt, so fragt es sich weiter ob er auf diesem Wege verbleibt und verbraucht wird oder ob ein Ueberschuss auf irgend einem Wege dem Holzkörper zugehen kann.

Th. Hartig nun lässt die in der Rinde herabgesunkenen Bildungssäfte, soweit sie nicht auf ihrem Wege zur Holzbildung verbraucht werden, unter dem Namen Reservestoffe, wozu Hartig auch Gerbstoff, Klebermehl (einen körnigen eiweissartigen Stoff) rechnet, seitlich dem Stamm und Wurzelkörper zugehen und sich ablagern, um erst von hier aus, dem aufsteigenden Rohsafte wieder beigemischt, im gleichen oder dem folgenden Jahre wieder nach oben geführt zu werden.

Zur Unterstützung dieser Hypothese führt derselbe an verschiedenen Stellen seiner Arbeiten Belege auf.

So das fast plötzliche Aufhören der Holzanlagerung unterhalb einer am kahlen Schaft eines Baumes angebrachten ringförmigen Entrindung. Denn der im untern Theile des Schaftes aufgespeicherte Nahrungsvorrath kann, wenn nicht schlafende oder Adventivknospen ins Mittel treten, nur im Holz auf-

steigen und zur Entwicklung des Baumtheiles über der Entrindung Verwendung finden.

Sodann das ähnliche Stehenbleiben der Holzentwicklung im Beginn eines Holzrings an Stöcken, Kopfhölzern, Schneidelbäumen bis zur Entfaltung von neuen Knospen.

Ferner die Bildung eines starken Holzrings im unentfalteten Pfropfreise bei Zurückbleiben des Wildlings, die im ersten, manchmal auch den nächsten Jahren aussergewöhnliche Entwicklung des Edelreises oder Stockausschlages bei nicht entsprechender Verdickung der Unterlage und des Stockholzringes.

Welche von ihm beobachteten, uns theilweise noch unbekannten und anderer Deutung fähig scheinenden Thatsachen ihn [1] freilich zum Ausdrucke des Zweifels über den Weg bestimmen, welchen ohne Vermittlung von Blättern und ohne Eindickung des Rohsaftes die aufsteigenden Reservestoffe nehmen, um Behufs der Verwendung zu Holz in die Rinde überzugehen.

Gegen vorstehende ausschliessliche Vermittlerrolle des Holzkörpers bei Aufwärtsförderung der Bildungsstoffe macht nun aber Sachs geltend dass an der Keimpflanze die Aufwärtsleitung schon vor der Entwicklung eines Holzkörpers beginnt, dass im Holzkörper die wie es scheint nicht wandernden Proteïnstoffe nahezu fehlen, welche doch zur Entwicklung jedes Pflanzentheils eben so nothwendig sind als die in ihm reichlich vorhandenen Kohlehydrate und endlich dass durch die Ausschliesslichkeit der Hartig'schen Annahme man einfache Thatsachen nur verwickelt zu erklären vermag. Man denke an hohle oder im Kern faule Bäume, z. B. Weidenköpfe, an denen alle Nährstoffe, in der Rinde herabgekommen, den Weg durch den sparsamen Splint zurücksuchen müssten.

Auch ein direkter Uebergang von Bildungsstoffen vom **Holzkörper zur Rinde**, also eine Vermischung des aufsteigenden Rohsaftes mit dem absteigenden Bildungsaft ist nach Th. Hartig S. 328 nicht möglich. Nur in den jüngsten Trieben ist dieser Vorgang anzunehmen, zu dem ja sonst die Vermittlung der Blätter erforderlich ist. Zum Nachweise des letztern Satzes schnitt Th. Hartig jungen Föhren alle Nadeln ab und als diejenigen

[1] Forst- und Jagdzeitung, 35. Jahrg. 1859.

des neuen Schosses aus den Scheiden heraus sich verlängerten, den Nachwuchs wiederholt zurück. Der Erfolg war eine ziemlich normale Trieb- und Holzentwicklung. Doch starben die Pflanzen sämmtlich im Spätherbst. Eingestutzte und aller Nadeln beraubte 12jährige Föhren starben ohne alle Produktionserscheinung ab. Er schliesst daraus dass die Entnadelung der jungen Pflanzen den Uebergang des Rohsaftes in den Bast nicht gehindert habe und die Holzentwicklung unter den Nadelstümmeln so gut vor sich gegangen sei als bei gewöhnlichem Verlauf, dagegen die ältern Aeste, der Erfahrung an stärkeren Individuen zufolge, unfähig seien den Rohsaft ohne Vermittlung von Blättern in die Rinde überzuleiten. Hiegegen lässt sich jedoch mancherlei einwenden. Zunächst dass nach sonstiger Beobachtung alle Entnadelungen der Föhre, mit der Scheere oder durch „Schütte“ unbedingt nachtheilig auf den Zuwachs wirken, eine normale Ausbildung des Holzringes also, wie ihn Th. Hartig angibt, an sich räthselhaft erscheint [1] und selbst aus der Thätigkeit der nachgewachsenen Nadelstümmel und der jungen Rinde nicht hinreichend erklärt werden kann. Sodann dass kein Grund abzusehen ist, warum, wenn der Uebergang des Rohsaftes vom Splinte zum Bast in den jungen Trieben zugestanden wird, er nicht auch sollte vom Splint an älteren Zweigen und dem Stamm angenommen werden. Immerhin erscheint er wenigstens für Fälle der Verstümmlung z. B. Kronenverlust wahrscheinlich.

Als muthmassliches Organ der Leitung von Splintsaft zum Baste bezeichnet Th. Hartig die sich nach den Blättern ausbiegenden, bei einjähriger Belaubung aber nur ein Jahr ununterbrochen verlaufenden Holzbündel der Blattstiele. Unwillkührlich wird man aber bei Unterstellung des Ueberganges von Nahrungsstoffen vom Holze zur Rinde auch an die Markstrahlen erinnert. Spielen diese doch eine wesentliche Rolle bei Rindereproduktion und Entwicklung schlafender Knospen,

[1] Man vergleiche hiemit Kritische Blätter, 46. Bd. II. H. S. 93.

wie Th. Hartig, Botan. Zeitung 16. Jahrg. 1858. S. 330, selbst eines weitern auszuführen sich bemühte, als er noch der der jetzigen entgegengesetzten Meinung war.

Umgekehrt muss ein Uebergang von Nahrungsstoffen **von der Rinde zum Holzkörper** angenommen werden, will man den grossen Stärkmehlgehalt der Markstrahlen von der Rinde herrühren, und nicht auf dem Umweg über die Wurzel aufgestiegen sein lassen. Ein solcher direkter Uebergang von Nährstoffen aus dem Holze zur Rinde, ähnlich wie der früher besprochene von Rinde zum Holz, erscheint schon wahrscheinlich, wenn man die Art der Erbreiterung und des Uebergangs des Markstrahlengewebes in dasjenige des Rindeparenchyms ins Auge fasst.

Auch das in der Rinde aufgespeicherte Harz lässt H. Mohl [1] bei der Verharzung des Kernholzes von Nadelhölzern wenigstens theilweise durch die Markstrahlharzgänge in den Kern gelangen und, bei der Harzung der Seeföhre, theilweis aus dem Kern wieder nach dem blossgelegten Splinte zurückkehren.

Ein unmittelbares **Aufsteigen von Bildungsstoffen** aus der Rinde **zu höhern Baumtheilen** gibt Th. Hartig [2] nicht zu. Doch lässt sich für eine solche, ausser den in unsern vorstehenden Noten enthaltenen dafür sprechenden Momenten, für eine auch aufwärts gerichtete Thätigkeit des von den Blättern bereiteten Bildungssaftes gar mancherlei geltend machen.

Sie ist ersichtlich am Walle welcher die Niederwaldstöcke überwächst, an rindelosen Aststümmeln z. B. von Ulmen, wo die Holzbildung öfters auf Handlänge vom Stamm aus aufwärts erfolgt. Freilich ist dieses Wachsthum, weil von einer Verstümmelung herrührend, offenbar eben so wenig normal als ähnliche Säftezuflüsse in Folge von Verletzungen am thierischen Organismus. Räthselhaft bleibt hiebei, wesshalb die Ueberwallung nach oben in dem einen dieser Fälle erfolgt, im andern nicht. An unsern Lärchenstängchen (S. 104) erfolgte sie nicht oberhalb der Einfügung der beblätterten Zweige.

[1] Botanische Zeitung, 17. Jahrg. 1859. S. 340. 343.

[2] Lehrbuch f. Förster, I. S. 272.

Auch sonst pflegt sie, wie oben S. 109 bemerkt, zwischen der Ringelstelle von Seitenästen und dem Stamme zu fehlen.

Es giebt jedoch auch zahlreiche Fälle normaler aufsteigender Bewegung des Bildungssaftes, selbst wenn wir absehen von Gewächsen, deren gipfelständiger Blütenflor von den darunter befindlichen Blättern ernährt werden muss (Agave, Syringa u. s. w.). An Keimpflanzen die sich anfänglich auf Kosten fleischiger Kotyledonen entwickeln, wandert deren Inhalt zu Entwicklung der ersten Blätter theilweis aufwärts. Noch überzeugender ist ein unmittelbares Aufwärtswirken der Blätter an einseitig entnadelten jungen Föhren (Fig.). Sie setzen auf der ganzen entnadelten Seite nicht blos einen schwächern Holzring an, sondern treiben selbst an dem darüber befindlichen Gipfel schwächere Schosse als auf der benadelten Seite.



Wie wir früher den aufsteigenden Strom befähigt fanden abweichende Bahnen einzuschlagen, so finden wir also auch beim absteigenden oder Bildungssaft Abweichungen von der Regel und ein mannigfaches Ineinandergreifen derselben. Sie führten zu mancherlei Hypothesen.

Die offenbare Thatsache dass sich der Bildungssaft nicht blos absteigend bewegen kann hat bereits Moldenhawer und Link [1] annehmen lassen, dass sich das von den Blättern bereitete Material zum Wachsthum des Baumes abwärts und aufwärts und in jeder sonstigen Richtung bewegen könne, je nach dem Orte wohin es vom Bildungstriebe gerufen werde. Ihre Annahme erklärt den vorhergehend geschilderten einseitigen Wuchs als Ausfluss eines partiellen normalen Verbrauchs der in der Rinde aufgespeicherten Proteïnstoffe durch die sich darüber entwickelnden Zweige und Blätter.

[1] Meyen, Physiologie, S. 342.

Derselben Ansicht huldigen Hanstein und Sachs. Namentlich ersterer suchte durch Experimente die Gewebe festzustellen in denen der Bildungssaft sich bewegt. Zum Nachweise seines Abwärtssteigens bediente er sich sowohl dikotyler als monokotyler Holzgewächse.



An erstern wiederholte er Duhamels[1] Versuch der Ringelung in Wurzelbildung begriffener Stecklinge über dem wurzeltreibenden Bodenende, wodurch an diesem die Entwicklung von Wurzeln unterbrochen und über die neuen Ringel verlegt wurde (Fig.), was aber dann nicht eintrat, wenn er eine Rindebrücke über den neuen Ringel beliess.

Bei Stecklingen von anders gebauten dikotylen Holzarten wie *Piper, Mirabilis* u. s. w., sah er trotz Ringelung die Adventivwurzeln am untern Schnittende erscheinen. Dasselbe ergab sich an Stecklingen von Monokotylen, während dagegen bei Oleander, *Cestrum, Solanum* die Wurzeln an beiden Stellen zum Vorschein kamen.

Woraus nach ihm zur Evidenz deutlich hervorgeht dass die zum Wiederersatz der Organe die nöthigen Stoffe liefernden Gewebe sind: Parenchym für die Kohlehydrate, und Siebfasergewebe sammt Kambiform für die Proteïnstoffe und nur in Fällen grosser Ueberfüllung auch für Stärke und Zucker.

Eben weil diese mit den Blättern stets im Zusammenhange befindlichen Gewebe bei unsern gewöhnlichen Holzarten ausschliesslich in der Rinde, bei den genannten andern aber theils in Rinde, theils im Holz oder dem Marke verlaufen und daher eine Einschnürung des absteigenden Saftes nur theilweis oder ganz unmöglich machen, verhalten sich die beiderlei Holzarten so verschieden.

Die Aufwärtsleitung der Nährstoffe durch dieselben Gewebe nach den Knospen stellt Hanstein durch eine Reihe anderer Versuche ins Licht.

[1] Physique des arbres, Liv. IV. p. 113.

Er ringelte [1] Zweigchen dicht unter der Gipfelknospe. Diese kam nicht zur Entwicklung.

Nach tieferer ringförmiger Entrindung (S. 59) an den Zweigen entfalteten sich die unterhalb befindlichen Knospen lebhafter als die darüber stehenden. Wobei freilich auch durch die Ringelung gesteigerter Zufluss von aufsteigendem Safte mitgewirkt haben mag.

In der Vegetation begriffene geringelte Zweige wuchsen lustig weiter, wenn man ihnen die oberständigen Blätter belassen hatte, gerade wie es geringelte Bäume oft Jahre lang thun.

Nahm er aber unter Schonung der Zweigspitze die Belaubung über der kahlen Ringstelle weg, so stockte der Gipfelwuchs längere Zeit, nämlich bis der in der Rinde aufgespeicherte Bildungssaft die Entwicklung neuer Blätter bewirkt hatte. Die Verdickung des Zweiges erfolgte erst nach Wiederherstellung einer darüber befindlichen Belaubung. Bei Belassung einer Rindebrücke vom obern Theil über den Ring zum untern Theile des Zweiges wurde die Vegetation durch das Ringeln nicht gestört, wie an ähnlich behandelten Bäumen beobachtbar.

Nerium und *Datura* dagegen, die in der Umgebung des Marks Bündel von Siebröhren und Siebparenchym besitzen, wachsen fort, wenn gleich man ihnen die Blätter über einem nah unter der Spitze gezogenen Ring entfernt (S. 58).

Man vergl. auch Th. Hartig in Botan. Zeitung, 20. Jahrg. 1862. S. 73 u. ff., ferner J. Sachs in Kritische Blätter d. Forst- und Jagdw., 45. Bd. I. Heft. S. 70 u. ff.

[1] Die Milchsaftgefässe, S. 55.

VII. Ernährung der Holzgewächse.

Wie die anatomische so ist die chemische Zusammensetzung der Holzpflanzen derjenigen der krautartigen Pflanzen analog. Doch bietet auch letztere Eigenthümlichkeiten, welche zumal bei grossen Bäumen hervortreten. Ausserdem knüpfen sich an die Beziehung des Waldes zu dem ihn tragenden Boden Betrachtungen welche ein Eingehen auf die Ernährung der Holzgewächse rechtfertigen dürften.

Die Auflösung in seine chemischen Elemente ergibt als Bestandtheile des Pflanzenkörpers Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, sodann Schwefel und Phosphor, theilweis auch Kiesel und Chlor, endlich Kalium, Natrium, Kalzium, Magnesium und Eisen.

Vorstehend genannte Elemente treten uns aber in der lebenden Pflanze nirgends im einfachen Zustande, sondern immer in verschiedenen Verbindungen entgegen.

Die Hauptmasse bilden die sogenannten Kohlehydrate, d. h. Verbindungen von Kohlenstoff mit Sauerstoff und Wasserstoff, die beiden letztern in dem Verhältnisse wie sie sich im Wasser befinden. Hieher gehörig Zellmembran und Holzfaser, d. h. das Gerüste der Pflanzen. Ferner Stärkemehl, von dem wir im Winter das Rindeparenchym, die Markstrahlen, wo es langlebig ist, das Mark, ja auch das Holz, zumal der Wurzeln, können erfüllt sehen. Sodann Zucker im aufsteigenden Roh- und absteigenden Bildungssaft, Dextrin in der keimenden Pflanze, Gummi als Sekret häufig in Hohlräumen des Holzes und der Rinde.

Kohlehydrate mit überschüssigem Sauerstoff sind die

meist mit anorganischen Basen verbundenen vegetabilischen Säuren, wie Kleesäure, Apfelsäure, Gerbsäure,[1] Gallussäure.

Sanio (Botanische Zeitung, 21. Jahrg. 1863. S. 20) fand den Gerbstoff ebenfalls fast immer in den lebenden parenchymatischen Zellen, in denen der Epidermis, den Holz- und Markstrahlenzellen und dem Holz- und Bastparenchym, nicht aber in Bastfasern, Siebröhren, Holzfasern und Holzröhren. Er beobachtete ihn stets in der Zellhöhle gelöst, nicht in der Zellmembran. Hier nur bei todtem Gewebe. Gerbstoff, Chlorophyll und Stärkemehl finden sich öfters zusammen. — In *Celtis australis*, *Gleditschia triacanthos*, *Morus alba*, *Robinia pseudoacacia* und *Sambucus nigra* vermisste Sanio Gerbstoff.

Kohlehydrate mit überschüssigem Wasserstoff oder Kohle mit Wasserstoff sind die fetten und flüchtigen Oele, Harze und Wachs, wie sie in indifferentem Zustande, manche die Rolle von Säuren spielend, in der Pflanze vorkommen. Die Oele haben wir als aufgespeicherte Nahrungsstoffe zu betrachten. Harz und Wachs aber sind blosse Sekrete. Ersteres scheint in sonniger Lage nicht nur in grösserer Menge erzeugt zu werden, sondern auch beweglicher zu sein. Vielleicht ist auch die Wärme mit im Spiele, wenn im einen

[1] Es ist bedauerlich dass über die Natur der so sehr wichtigen Gerbsäure noch wenig Verlässiges bekannt ist. Th. Hartig, Entwickelungsgeschichte des Pflanzenkeims, Förstner, 1858. S. 102, betrachtet den angegebenen Körper als ein erstes Umwandlungserzeugniss des Stärkemehls bei der Keimung der Eichel und Frühlingsentwicklung des Baumes. Er erklärt daraus dass die Bastlagen der Eichenrinde nur die kurze Schälzeit über reich an Gerbstoff seien, und fügt hinzu dass nur die jüngsten Bastschichten viel Gerbstoff enthalten. Nach seinem Lehrbuch für Förster, 1861. I. Seite 219, ist der Gerbstoff in den Siebfasern und Markstrahlzellen der Rinde enthalten. Leider haben aber bis jetzt die chemischen Analysen, wie aus Neubrand, die Gerbrinde, 1869. S. 56, zu ersehen, eine regelmässige namhafte Abnahme des Gerbstoffgehaltes vom Mai zum Juli noch nicht überzeugend erwiesen. Dass wir im Mai schälen beruht offenbar nicht darauf dass die Erfahrung auf diesen Monat als den gerbstoffreichsten hingewiesen hätte, sondern auf der unvergleichlichen Leichtigkeit womit zur angegebenen Zeit geschält werden kann. Der hohe Werth den man den Eichenrindesorten beilegt welche reich an Steinzellen sind, d. h. Sorten mit breiter Entwicklung des Basts und ziemlich gleichmächtiger Vertheilung der Steinzellen in demselben, spricht nicht für einen grossen Unterschied zwischen innern und äussern Bastschichten.

Falle die Ueberwulstung von Astwunden an Fichten und Tannen ohne, im andern Falle mit starker Verharzung der Aststümpfe erfolgt. Die genannten Stoffe werden bei Auszehrung einer Pflanze nicht wieder verwendet, quellen auch häufig in Folge von Austrocknung oder Saftfülle aus Lücken von Rinde oder Holz hervor. Letzteres, das Wachs, dient nicht selten als schützender Ueberzug von Blättern, Früchten etc.

Stickstoff, aber zugleich auch Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff enthaltende pflanzliche indifferente Substanzen, sogenannte Proteïnkörper, sind Pflanzeneiweiss, Kleber (Klebermehl), bei einer kleinen Anzahl Gewächse auch (Pflanzen-) Alkaloide.

Die oben aufgezählten weitern Elemente finden sich ebenfalls in verschiedenen Verbindungen in der Pflanze: Schwefel und Phosphor in Form von Schwefelsäure und Phosphorsäure, verbunden mit den durch die übrigen aufgezählten Elemente gebildeten Basen.

Letztere, die Metallbasen, können aber auch mit pflanzlichen Säuren zu Salzen zusammengetreten vorkommen.

Das Silizium ist bei vielen Pflanzen in ziemlich namhafter Menge als Kieselsäure vorhanden, jedoch nur bei wenigen Gattungen ein unersetzliches Bedürfniss.

Aehnliches gilt vom Chlor, das nur für einzelne, darunter namentlich Meeresstrandpflanzen nothwendig ist.

Als Quelle der obengenannten Pflanzennahrung sah man in frühern Zeiten ausser der Atmosphäre namentlich den organischen Theil des Bodens, den Humus an. Man konnte sich nicht denken dass so vollkommen organisirte Geschöpfe wie die Gewächse von unorganischen Stoffen allein leben sollten. Merkwürdig, nachdem schon im Jahr 1758 Duhamel[1] berichtet hatte dass bei ihm in reinem Seinewasser verschiedene Holzarten, nämlich Rosskastanie, Mandelbaum, Eiche, Jahre lang und letztere acht Jahre hindurch und unter Erreichung eines Durchmessers von Kleinfingerdicke (17 Millim.) gewachsen waren.

[1] Physique des arbres, V. p. 202.

Es bedurfte der Liebig'schen Umwälzung in der Agrikulturchemie, um mit vielem andern auch die irrthümliche Würdigung des Humus hinwegzufegen. Er zeigte dass der Humus nichts anderes ist als in Verwesung begriffene pflanzliche Materie, namentlich Holzfaser, und dass ihm, um Pflanzennahrung zu sein, die nöthigen Eigenschaften, insbesondere leichte Löslichkeit in Wasser abgehen, somit seine Wirksamkeit für den Pflanzenwuchs neben dem physikalischen Einfluss auf den mineralischen Untergrund sich auf die wenigen Zersetzungsprodukte beschränkt, wovon nachfolgend die Rede sein wird.

Den Kohlenstoff beziehen die Gewächse durch ihre Blätter weit überwiegend aus der Atmosphäre. Vermittelst ihrer Spaltöffnungen nehmen sie unter Mitwirkung des Lichts Kohlensäure auf, welche vom sogenannten Blattgrün in der Art zerlegt wird dass ein dem aufgenommenen Kohlensäurevolum gleiches Volum Sauerstoffgas ausgeschieden und an die Atmosphäre zurückgegeben, der feste Kohlenstoff aber in Verbindung mit Wasser zurückgehalten wird. Bei Holzgewächsen deren Blätter ganz oder fast ganz fehlen, wie z. B. der Besenpfrieme, übernehmen die angegebene Blätterathmung offenbar die grünen Theile der Rinde, also deren grüne Hülle. Ob bei Holzarten deren Grünschicht selbst nach Entwicklung einer ziemlich bedeutenden Korklage noch lange lebhaft grün bleibt eine beschränkte Athmung, etwa durch die Lentizellen fortdaure, müssen wir dahingestellt sein lassen. Was dafür spricht ist das Grünbleiben der Rinde an der Ulme in den Rissen der erstern, sodann die Annahme grüner Farbe, also Blattgrünentwicklung, im durch Rinderisse blossgelegten Holze von Lonizeren, endlich das Grün welches vom Schnee niedergebeugte Buchen- und Hainenstängchen auf der dem Himmel zugekehrten Seite in ihren sich neuansetzenden Holzringen durch die noch geschlossene Rinde hindurch annehmen. — Bei Nacht findet der Prozess nicht statt. Auch sind die nichtgrünen Pflanzentheile selbst unter direkter Sonneneinwirkung ausser Stand die angegebene Zerlegung der Kohlensäure zu bewirken.

Selbst diejenige Menge Kohlensäure welche, durch Zersetzung des Humus entstanden, in Wasser gelöst von den Wurzeln der Gewächse aufgenommen wird, geht Behufs der geschilderten Zerlegung mit dem aufsteigenden Safte den Blättern zu. Theilweise desshalb pflegt die von den Gärtnern aufgesuchte in ältern Föhrenbeständen angehäufte milde Humusschicht von feinen Wurzeln der Bäume nach allen Richtungen durchzogen zu sein. Im Ganzen mag sie aber für unsere auf natürlichem Boden stehenden Waldbäume nicht allzuviel bedeuten. Wenigstens gedeihen junge Pflanzen verschiedener Holzarten in Flusswasser unmerklich weniger gut als im humusreichen Boden, und gemeine und Seeföhren lassen in Bezug auf Masseerzeugung auf gutem schwitzenden Flugsande wenig Unterschied erkennen einem Grunde mit beigemischtem Humus gegenüber.

Der Sauerstoff dessen die Pflanze bedarf, rührt hauptsächlich von Wasser her welches dieselbe durch die Wurzeln aufgenommen hat und wovon ein kleiner Theil zerlegt wird. Er liefert den überschüssigen Sauerstoff der pflanzlichen Substanzen welche mehr Sauerstoff enthalten als die Kohlehydrate. In noch geringerem Masse nimmt die Pflanze den freien Sauerstoff der Atmosphäre in Anspruch. Indessen ist dieser doch für sie von wesentlicher Bedeutung. Denn auch die Pflanzen haben eine der thierischen analoge Respiration. Ihre grünen Theile nehmen bei Nacht, ihre nichtgrünen immer etwas Sauerstoff aus der Atmosphäre auf und hauchen dafür Kohlensäure aus. In einer sauerstofflosen Umgebung verliert der Zellsaft seine protoplasmatischen Bewegungen, und büssen die Blätter welche periodische Bewegungen machen, die Fähigkeit dazu ein. Es vermögen sich in ihr weder Wurzeln zu entwickeln, noch Blüten- und Blätterknospen zu entfalten oder Früchte zu reifen, noch Samen zu keimen, auch hört die mit der Respiration verbundene Wärmeentwicklung, zumal bei manchen Blüten *(Aroideen)* auf. Kurz die Gewächse vermögen nicht in ihr zu gedeihen.

Der Wasserstoff der Pflanzen stammt offenbar und zwar

lediglich aus dem von denselben aufgenommenen Wasser, da man in ausgeglühtem Boden oder reinem Sand, unter Hinzufügung der andern nothwendigen Ernährungsmittel eine solch grosse wasserstoffhaltige vegetabilische Substanzmasse erzieht, dass der wenige Wasserstoff welcher in den beigefügten Nährstoffen enthalten ist, dagegen in den Hintergrund treten muss.

Nur in geringer Menge findet sich in dem Pflanzenkörper der Stickstoff. Der Pflanze ist derselbe in der Natur auch weniger leicht zugänglich als die bisher aufgezählten drei Elemente. Denn sie kann ihn direkt aus der damit so reichlich versehenen Atmosphäre nicht aufnehmen, ist vielmehr, um ihn zu erlangen, auf das geringe Quantum von Ammoniak oder Salpetersäure angewiesen welche sich im Boden finden oder als Zersetzungsprodukt stickstoffhaltiger Körper der Erdoberfläche oder, durch den Blitz entstanden, in der atmosphärischen Luft sich angesammelt haben und durch Schnee, Regen oder Thauniederschläge dem Boden zugeführt wurden. Man nimmt an dass die beiden genannten Substanzen im Boden leicht sich in einander umwandeln, je nach Bodenzustand und Temperatur.

Es ist begreiflich dass kalkhaltiger Boden seinen Ammoniakgehalt leichter verliert oder gar austreibt als thonige oder eisenschüssige Böden, die denselben sehr festhalten.

Nur von einer Pflanzenfamilie, derjenigen der Leguminosen nämlich, wozu auch Robinie, Gleditschie, Besenpfrieme etc. gehören, wird angenommen dass sie im Stande seien mittelst ihrer Blätter Stickstoffnahrung direkt aus der Atmosphäre zu nehmen. Anders weiss man sich wenigstens nicht zu erklären dass die so stickstoffreichen Schotengewächse weit weniger Anspruch auf Stickstoffdüngung machen als die stickstoffarmen Zerealien. Auffallend dass Wildholzzüchter gerade die Robinie für so besonders bodenerschöpfend erklären.

Der Schwefel, ein nicht fehlender Bestandtheil der in den gestreckten Holzzellen wandernden Proteïnsubstanzen, so wie mancher scharfschmeckender Samen, geht den Pflanzen in Form von schwefelsauren Salzen (Gips, schwefelsaurer Bitter-

erde, schwefelsaurem Kali oder Natron oder schwefelsaurem Ammoniak) durch die Wurzeln zu. Bekannt ist deren grosse Wirksamkeit für die Familie der Leguminosen.

Auch der Phosphor begleitet die pflanzlichen Proteïnstoffe, und in weit namhaftern Mengen als der Schwefel. Die Gewächse finden ihn einfach assimilirbar im Boden als phosphorsaures Ammoniak, phosphorsaures Kali oder phosphorsaures Natron oder als phosphorsauren Kalk, phosphorsaure Magnesia und phosphorsaures Eisenoxyd oder -oxydul, welche im Gemenge mit andern Körpern lösbar werden, oder endlich in Form von doppeltsauren Salzen der angegebenen Art.

Silizium und Chlor finden sich nicht selten in erheblicher Menge in manchen Pflanzengruppen. Ersteres namentlich in Gramineen und Schafthalmen, eingelagert in die Zellwandungen, letzteres bei einigen Pflanzenfamilien, zumal Meeresstrandgewächsen. Es haben aber Erziehungen von Gramineen ohne alle Kiesel- und von chlorliebenden Gewächsen ohne Chlorzufuhr erwiesen dass beide genannten Elemente ohne Beeinträchtigung der Vegetation entbehrt werden können.

Ausserdem bedürfen die Pflanzen noch einer Anzahl basischer Mineralstoffe, „Aschenbestandtheile,“ so genannt weil sie bei der Einäscherung der Pflanze als Asche zurückbleiben.

Der, weil nirgends in beträchtlicher Menge fehlende, offenbar wichtigste derselben ist das Kalium, ein Begleiter der Kohlehydrate im Parenchymgewebe des Marks und der Rinde, und wo, wie in den Chlorophyllkörnern der Blätter, Kohlehydrate, z. B. das Stärkemehl, in besonderer Reichlichkeit erzeugt werden, in gesteigertem Masse vorhanden. Es findet sich ganz gewöhnlich im Pflanzengewebe in Verbindung mit Pflanzensäuren. Das Kali gelangt in die Gewächse als Chlorkalium, salpetersaures, schwefelsaures, phosphorsaures, salzsaures, kieselsaures, nicht aber als kohlensaures Salz.

Das verwandte Natrium ist zwar ebenso häufig, aber in schwankenderer Menge und weniger lokalisirt in den Pflanzen vorhanden. Es scheint ein wesentlicher Aschebestandtheil nicht zu sein, da man, ohne ihnen Natrium zu reichen, eine Reihe Pflanzen zu üppiger Ausbildung gebracht hat. Die

Pflanze nimmt es in den beim Kalium angeführten Verbindungsformen auf.

Auch das Kalzium erscheint als ein nothwendiges Element der Pflanze. Es häuft sich besonders in den Blättern gegen den Herbst hin auf, findet sich sehr häufig an organische Säuren gebunden und gelangt in die Pflanze als in kohlensäurehaltigem Wasser gelöster kohlensaurer Kalk oder als phosphorsaurer, salpetersaurer oder schwefelsaurer Kalk.

Analog, öfters in ältern Blättern gehäuft, im Allgemeinen aber in geringerer Quantität als das Kalzium findet sich Magnesium, welches in ähnlichen chemischen Verbindungen wie der Kalk von den Pflanzen aus dem Boden genommen wird.

Der letzte unentbehrliche Elementarstoff ist das Eisen. Es spielt bei der Ausbildung des Blattgrüns eine wesentliche Rolle. Pflanzen denen es abgeht bekommen die Gelbsucht und bleiben in deren Folge im Wachsthume stehen, erholen sich aber wenn ihnen Eisen in einer angemessenen Form dargeboten wird. Als solche dürfen wir Eisenoxyd- und sehr verdünnte Eisenoxydulsalze betrachten.

Mit kurzem Ausdruck bezeichnet man in der Agrikulturchemie als Nahrungsbedürfnisse der Pflanze ausser freiem Sauerstoff und Wasser die vier Säuren: Kohlensäure, Salpetersäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure und die vier Basen Kalium, Kalzium, Magnesium und Eisen.

Von jedem der Nahrungsmittel bedarf eine bestimmte Pflanze ein gewisses Minimum, soll sie anders ihre volle Entwicklung erreichen. Wird ihr davon mehr als das Minimum geboten, so nimmt sie, ohne ihre Entwicklung zu steigern, mehr und oft ein Vielfaches des Bedarfs auf. Diesen „Luxusverbrauch“ lassen schon äussere Erscheinungen ahnen. Wenn z. B. ein auf Kalkfels erwachsener mexikanischer Kaktus im ausgetrockneten Zustande beim Anschneiden sich wie eine Sandbüchse entleert von Kristallen oxalsauren Kalks, wenn herbstliche Blätter besonders reich an Kalkasche sind, so muss man annehmen dass sich in beiden Fällen ein überschüssiger Kalkvorrath abgelagert hatte. Der Ueberschuss ist

hier eben so wenig Nahrungsmittel als von der Pflanze aufgenommene nicht zu ihrer Nahrung gehörende Substanzen. Am Kanal von Calais, wo der Seewind von der Felsenbrandung weg den feinen Meerwasserstaub über die Dünen landeinwärts führt, enthält auch die davon betroffene Pflanzenwelt auffallend viel Salz. Gerste- und Haferkörner, Stengel und Blätter des Raygrases, kurz die ganze Vegetation schmeckt deutlich danach. Der Luxusverbrauch der Gewächse ist aber auch von Hellriegel mit Zahlen nachgewiesen und betrug bei seinen Zerealien das Achtfache. Die Körner derselben bildeten sich mit normaler Zusammensetzung aus. Ueberschuss, und so auch Mangel, erkannte man nur bei der Einäscherung von Blättern und Stroh. Analog würde bei Bäumen das Zuviel oder Zuwenig sich wohl aussprechen in Blättern und Stamm.

Da nach dem Frühern der wesentliche Nahrungsgehalt des Bodens in den alkalischen und erdigen Aschebestandtheilen besteht, spielt in den Beziehungen der Holzarten zum Standort eine wesentliche Rolle die Menge und Zusammensetzung der Aschebestandtheile welche sich bei der Analyse des Baumes ergeben.

Stöckhardt [1] fand bei Untersuchung der Asche der Fichte dass, auf die Trockensubstanz bezogen, sowohl Holz als Rinde breitringig erwachsener Bäume erheblich weniger Asche enthält als Holz oder Rinde engjähriger. Ob mit ihm daraus geschlossen werden darf dass zu Bildung dickwandigeren Holzes mehr Mineralstoffe nöthig seien als zu der von schwammigerem, lassen wir dahin gestellt.

Durch die Monate des Jahres verfolgt zeigten die beiderlei Fichten bei den Stöckhardt'schen Forschungen sowohl auf Grün- als auf Dürrholz bezogen zwei Höhepunkte, April oder Mai und Oktober, was um so auffallender als diese Höhepunkte nahezu mit den höchsten und den niedrigsten Saftgehalten zusammenfallen.

[1] Tharander Jahrbuch, 10. Bd. 1854. S. 318.

Auch bei Analysen von Eichen- und Buchenblättern [1] stellte sich hinsichtlich des prozentischen Aschegehalts in den verschiedenen Sommermonaten ein sichtbares Gesetz nicht heraus.

Dagegen erwiesen die Forschungen an Buchen [2] im Laufe des Jahres für den Aschegehalt des ganzen Baumes nur unbeträchtliche Schwankungen im Holz, aber vom Frühling bis zum Winter in den untern Theilen eine fortschreitende Ab-, in den obern Theilen Zunahme, und in der Buchenrinde durch alle Höhen einen höchsten Gehalt an Mineralstoffen im Mai, darauf plötzliches Fallen und niedrigsten Stand bis zum Winter.

Sodann beim Lärchenholze niedrigsten Aschegehalt im Sommer, ebenfalls spätere doch weniger regelmässige Hebung in den obern Stammestheilen und im Aschegehalt ihrer Rinde im Laufe des Jahres keine ersichtliche Gesetzmässigkeit.

Der prozentische Stickstoffgehalt der grünen Blätter von Eiche, Buche, Lärche und Tanne sank stetig von Mai bis Oktober, wobei freilich zu bedenken dass das mit dem allmählichen Schwinden des Wassers nothwendig verbundene Leichterwerden der Blätter das Stickstoffverhältniss steigern muss.

Hinsichtlich der in Holz und Rinde enthaltenen Phosphorsäure geht aus Stöckhardts Untersuchungen [3] hervor dass dieselbe bei der Buche sowohl in der Holz- als in der Rindeasche, und zu jeder Jahreszeit, von unten nach der Spitze des Baumes zunimmt, am meisten beim Holze von der Stammesmitte zum Gipfel. Sodann dass die Rindeasche prozentisch weniger Phosphorsäure enthält als die Holzmasse, wenn gleich ein Kilo Rinde mehr als ein Kilo Holz. Die jungen Theile des Baumes, Aeste, Zweige, Blätter, zumal ganz junge, enthalten weit mehr Phosphorsäure als Stamm und Rinde.

Asche von im Winter gefälltem Holz enthält am meisten Phosphorsäure. Maximum im Dezember, Minimum im Mai. Die Rinde im Mai am meisten, am wenigsten im Juli.

[1] Tharander Jahrbuch, 9. Bd. 1853. S. 166.

[2] Daselbst, 16. Bd. 1864. S. 301.

[3] Daselbst, 15. Jahrg. 1863. S. 336.

Ein Ersatz des einen oder andern der als Nahrungsmittel bezeichneten Stoffe durch eine grössere Menge eines der übrigen ist nicht möglich. Desshalb richtet sich die Vegetation bei Vorhandensein aller Nahrungsmittel in ihrer Entwicklung nach dem in unzureichendster Menge vorhandenen Stoffe.

Holzarten wachsen noch auf Böden welche die Mehrzahl unserer Kulturpflanzen zu ernähren nicht im Stande wären. Sie erfordern nicht nur weniger Aschebestandtheile, sondern ertragen auch eine reichliche derartige Nahrung weniger als die krautartigen Gewächse. Während diese in wässerigen Lösungen leicht 0,5 bis 5 pro Mille aushalten, befanden sich bei einem mit Buchen, Eschen, Birken, Robinien, Fichten, Föhren und Lärchen angestellten Versuche[1] die in einer Lösung mit $^1/_2$ pro Mille wachsenden Pflanzen schlechter als die in $^1/_4$, und so fort bis $^1/_{16}$. In dieser gediehen sie sichtlich, obgleich bei dem Versuche die sogenannte Gelbsucht störte, wovon die Pflanzen befallen wurden, und zwar um so stärker, je stärker die Lösungen. Nur bei Birke schienen umgekehrt von $^1/_{16}$ bis $^1/_2$ pro Mille die Pflanzen sich in aufsteigender Linie zu entwickeln.

Im hiesigen Wildholzgarten gelten Robinie und Tulpenbaum als Baumarten, nach deren Rodung anfänglich keine andere Holzart wachsen will.

Man empfiehlt sonst den Gewächsen die Lösung vorzugsweise zur Vegetationszeit zu reichen. Ueber den Winter, die Zeit der Ruhe, befinden sie sich selbst in destillirtem Wasser wohl.

Die Fruchtbarkeit des Waldbodens hängt wie wir wissen, in meist überwiegendem Masse von seiner physikalischen Beschaffenheit ab. Nebenbei spielt aber auch sein chemisches Verhalten eine gewisse Rolle, insbesondere wo es sich, wie in Pflanzschulen, um Erziehung verschiedener Pflanzengenerationen in einer relativ nicht mächtigen Bodenschichte handelt.

Ist der Waldboden hinreichend tiefgründig und feucht,

[1] Kritische Blätter, 52. Bd. 1. H. S. 134.

ohne stockende Nässe, welche leicht das Faulen von Wurzeln zur Folge hat, so wird sich die Baumvegetation hauptsächlich nach den Aschebestandtheilen, namentlich dem Kali richten. Dieses findet sich nicht allenthalben im Ueberflusse. Wogegen Salpetersäure (Ammoniak) im Humus des Waldes sich reichlich ansammelt, Schwefelsäure in gar geringer Menge, Phosphorsäure aber, wie das geringe Aschebedürfniss und das Indenhintergrundtreten des Samentragens der Waldbäume annehmen lassen, selten Gegenstand des Mangels sein dürften, Kalk, Magnesia und Eisen endlich mehr als hinreichend verbreitet zu sein pflegen.

Indessen wird auch in Bezug auf den Kalibedarf der Waldvegetation bei natürlicher Entwicklung derselben kaum Mangel eintreten. Der dem Waldboden zugutkommende bedeutende prozentische Mehrgehalt lufttrockener Blättermasse an Kali und an Asche überhaupt, im Vergleiche zu dem des Stammes, sowie die grosse Tiefe auf welche, auch die Kraft und Raffinirtheit womit die Wurzeln den Boden durchdringen, machen begreiflich dass bei regelmässiger Holzzucht eine Erschöpfung des Bodens erfahrungsmässig nicht besteht. Wogegen eine solche, abgesehen von physikalischen Folgen wegen der Beraubung des Bodens an Kali, bei fortgesetzter Streunutzung denkbar wird. In der That sind die Beispiele alltäglich, wo in mit Föhren gemischten Buchenwäldern die Buche von Jahrzehend zu Jahrzehend zurückgeht und von der Föhre überflügelt wird, oder an Stelle der Laubholzbestände Nadelbestände gesetzt werden müssen, weil das Laubholz nicht mehr zu erhalten ist. Beides erklärlich aus den geringern Ansprüchen der Nadelhölzer an Kaligehalt des Bodens.

Daher ist auch weder in der Natur noch bei einer normalen Waldwirthschaft ein Holzartenwechsel angezeigt, wie man ihn entsprechend dem Pflanzenwechsel in der Landwirthschaft schon öfters behauptet und empfohlen hat. Wir sehen vielmehr in denselben Wäldern noch heute die Holzarten welche schon vor undenklicher Zeit darin herrschten. Der schwäbi-

sche Schönbuch war schon zur Zeit der Römer ein mit Eichen gemischter Buchenwald, wie die Kohlen der dortigen römischen Feuerstellen noch erkennen lassen. Auch der französische Schönbuch, *bel fays,* trägt seinen Namen von jeher. Die meisten Hochgebirge sind, soweit die Geschichte reicht, von einer oder von wenigen Holzarten, besonders Nadelhölzern bevölkert. Nach Art der Hauswurzel unserer Dächer, und wie die vielen niedern Felsenpflanzen welche man an derselben Stelle sich stets wieder aus sich selbst verjüngen sieht, herrschen Tanne, Fichte, Legföhre, Lärche, Arve in einem nahezu feststehenden Gebirgsgürtel, und Erle und Esche am Wasser. Die jungen Pflanzen gedeihen häufig am besten unter dem leichten Schirme der Mutterbäume. Ja es wachsen manche nicht selten auf deren faulen Stöcken (Tannen, Fichten) oder mit ihren Wurzeln im faulen Innern (Seeföhre, auch Ausschläge an Weidenkopfholz).

Die in Wirklichkeit vorkommenden Verdrängungen z. B. der Buche durch Föhre, Fichte oder Birke, der Tanne durch Fichte,[1] worin uns nur die Angabe befremdet dass die junge Fichte die Ueberschirmung der Weisstannenoberhölzer leichter ertrage als die junge Tanne, der Fichte durch Tanne (Hagelschiess), der Föhre, Lärche, Birke und Aspe durch verschiedene Laub- und schattenertragende Nadelhölzer, erklären sich in seltenen Fällen durch tellurische, klimatische, geologische Aenderungen, um so häufiger dagegen aus Entwässerung, hohem Wildstand, Blossstellung gegen Frost empfindlicher Baumarten durch Elementarereignisse wie Stürme, Schneedruck u. s. w., unvorsichtige Schläge, im Wettbewerbe mit andern Holzarten welche dem veränderten Standorte sich besser anpassen, als leichte Samen vom Winde hergeführt worden, Beschädigungen durch den Zahn des Wildes, Frost und Hitze u. s. w. leichter und in der Jugend mehr Schatten ertragen, besonders auch geringern Anspruch an den Boden machen. Daher das Platzgreifen von Nadelhölzern an Stelle

[1] Verhandlungen des forstl. Vereins im badischen Oberland. Engen 1862. S. 69.

der Laubhölzer. Umgekehrt ist die in Gesellschaft von Tannen oder Fichten geschehende Ansiedelung von Laubhölzern in Föhren- oder Lärchenbeständen eine Folge durch die Föhre u. s. w. verbesserten und nur leicht beschatteten Bodens. Bei Vergleichung der Wachsthumsverhältnisse landwirthschaftlicher Gewächse mit denen der Waldbäume fällt auch deren langsames Wachsthum und daher geringer Nahrungsbedarf ins Gewicht.

Namentlich in Folge von Streu- und Erdekratzen, Abschwemmung und kurzem Umtrieb u. dgl. kann ein Zurückgreifen auf Nadelhölzer nothwendig werden und deren Wachsthum sogar schliesslich versagen, wie so häufig in Gehölzgärtnereien. Hier muss wie auf erschöpften Feldern und bei Ersatz von alten Obstbäumen eine förmliche Düngung und tiefe Bearbeitung stattfinden, ehe wieder zur Erziehung von Gehölzen übergegangen werden kann.

Den Wechsel der Baumarten, sofern er in der Natur läge, durch die sonst sehr empfehlenswerthe Mischung von Holzarten ersetzen zu wollen, hätte keinen Sinn. Denn wo nur eine Holzart gedeiht, kann von Mischung keine Rede sein. Sodann verlangen ja die Holzarten vom Boden nicht wie man früher annahm, verschiedene Nahrungsmittel, sondern nur verschiedene Quantitäten derselben.

Wegen des späten Eingangs der Ernte ist eine künstliche Düngung im Walde nur vorübergehend d. h. bei Pflanzungen oder in Pflanzschulen möglich.

Schon ganz kleine Quantitäten Peruguano, der bekanntlich vermöge der in ihm enthaltenen Kali- und Ammoniaksalze sowie seiner Phosphorsäure wirksam wird, pflegen unter allen Umständen und bei den verschiedensten Holzarten Wachsthum und gesundes Ansehen schnell und auffallend zu fördern.[1] Fichten nehmen dabei eine an *Abies alba* erinnernde blaue, Weymouthsföhre eine himmelblaue Duftfarbe an. Tannen färben sich schwarzgrün und entwickeln sich, so wie Laubhölzer,

[1] Vergl. Kritische Blätter, 51. Bd. II. Heft. S. 201.

lebhafter als die nicht gedüngten. Nebenbei ruft der Guano auch einen grünen Moosschorf und eine üppige Vegetation von Unkräutern z. B. *Poa annua*, *Hypericum*, Hahnenfuss, *Cerastium* u. dgl. ins Leben. Nach 2 Jahren pflegt aber die Wirkung des Peruguanos zu Ende zu sein und die von ihm gesteigerten Pflanzen bleiben nun stehen, nehmen eine krankhafte, z. B. Fichten eine gelbe Farbe an. Kurz der Boden ist nun erschöpfter als vorher. Seine nährenden Bestandtheile scheinen, in die Zersetzung der vielgestaltigen Stoffe des Guano hineingerissen, rasch aufgezehrt.

Stassfurter Kalisalz tödtete bei den hiesigen Versuchen wiederholt junge Laub- und Nadelhölzer. Die Blätter der erstern wurden braun, schwitzten das Salz aus und schmeckten danach auf der Zunge. Diejenigen der Nadelhölzer wurden roth, namentlich auf der Sonnenseite. Das Samenunkraut zwischen den Pflanzen wurde in wenigen Tagen ganz getödtet. Aeltere Nadelholzpflanzen überwanden die salzige Düngung und litten nicht an den Blättern, erfuhren aber auch keine sichtbare Steigerung ihres Wachsthums.

Knochenkohlesuperphosphat hatte bei Fichten und Robinien ausgezeichneten Erfolg.

Knochenmehl und Kalisalpeter lieferten kein entschiedenes Ergebniss.

Gewöhnliche häusliche Holzasche wirkte bald kaum sichtbar, bald nicht. Auf zwei Versuchsstellen standen sogar die Pflanzen (Nadelhölzer) dabei auffallend gelb.

Gülle wirkte nicht oder kaum, Stalldünger dagegen recht gut.

Blosses Bespaten oder Bearbeiten mit dem Handpflug, selbst bei Unterbringung des Rasens, hatte nur einigen Erfolg wo der Boden noch nicht erschöpft war.

Für jede Bodenart muss die Wirksamkeit oder Unwirksamkeit der verschiedenen Düngerstoffe erst probirt werden. Der Zufall der Jahreswitterung spielt dabei eine grosse Rolle. Man nehme sich in Acht nicht zu grosse Quantitäten zu verwenden und bringe die Düngerstoffe in starker Verdünnung

mit Erde oder beim Bespaten im Voraus in den Boden. Samen in Berührung mit Düngerstoffen faulen gern, statt zu keimen. Auch bei Pflanzenreihen wird der Düngerstoff besser zwischen die Reihen als an diese gebracht.

Im Allgemeinen erreicht man durch künstliche Verbesserung des Bodens der Pflanzschulen wenig. Schon der mit dem Sinken der Bodenkraft in ebenso hohem Masse herabkommende physikalische Zustand empfiehlt das ausgebaute Areal ganz zu verlassen. Ist solches unmöglich, wie z. B. bei Gärtnern, so muss der fernern Erziehung von Gehölzen ein mehrjähriger tiefgehender landwirthschaftlicher Zwischenbau mit reichlicher Stallmistdüngung vorhergehen.

Wir reihen hier einige der Ergebnisse neuester Forschung über das Verhalten der Wurzel zum Boden an, welcher dem Gewächs in Form von Salzen seine Hauptnahrung bietet.

Enthält der die Wurzel umgebende Bodensaft die wichtigsten Stoffe, wie Kali, Salpetersäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, so werden diese so intensiv herausgezogen, dass die zurückbleibende Flüssigkeit immer wässeriger wird. Salpetersaures Ammoniak verschwindet in ganz besonders starkem Verhältniss. In andern Fällen, bei Kalkerde, Talk u. s. w., wird die Lösung konzentrirter. Gegenwart mancher Substanzen, z. B. des schwefelsauren Kalkes, in der Lösung, befördert die Aufnahme anderer.

Auf Grund dieser vielen Wechselwirkungen begreift man dass die sich bei der Untersuchung der Asche findenden Verhältnisse unter deren Bestandtheilen oft ganz andere sind als in der die Wurzel umgebenden Lösung.

Je verdünnter die Nährstofflösung desto mehr relativ wird Salz aus ihr genommen.

Manche Salze werden begierig aufgenommen, aber von der Pflanze in der Art zerlegt dass der wichtigere Theil zurückbehalten, der andere wieder von der Wurzel ausgestossen wird. So salpetersaurer Kalk, dessen Base, nach Abscheidung der Stickstoffverbindung an Kohlensäure gebunden, von der Wurzel wieder abgeschieden wird. Auch Salmiak wird in der Pflanze

zerlegt, die überflüssige Salzsäure aber frei zurückgegeben, zum Nachtheile der Wurzel. Diese gedeiht nur in neutralen oder schwachsauren Lösungen.

Die Zähigkeit womit wesentliche Nahrungsstoffe von der Pflanze festgehalten zu werden pflegen, so wie gewisse Wurzelausscheidungen, erklärt man sich theilweis aus osmotischen Wirkungen denen sich die nach ihrem Eintritt in die Pflanze verarbeiteten eigentlichen Nährstoffe entziehen, andere nicht zu entziehen vermögen.

Die feinen Wurzelhaare scheiden Kohlensäure und sogar noch stärkere Säuren aus, welche sich durch Lakmuspapier nachweisen lassen. Ihnen ist es zuzuschreiben dass auch feste Stoffe des Bodens, z. B. Kalksteine, von den feinen Wurzeln angegriffen werden.

Als Organe welche vorzugsweis oder allein vegetabilische Substanz zu erzeugen vermögen, erscheinen wie schon nach dem Frühern wahrscheinlich wird, die Blätter. Ihre Thätigkeit kann nach Hanstein[1] in genügendem Masse selbst von der jungen Rinde nicht ersetzt werden. Was er natürlich blos für Gewächse mit regelmässig entwickelten Blättern und nicht für die oben genannten Gehölze wie Besenpfrieme, Kakteen u. dgl. behaupten mag, bei denen eigentliche Blätter kaum vorhanden sind.

Aus ihrem farblosen Protoplasma entwickeln die Blätter, gewöhnlich unter dem Einflusse des Lichts, die grünen Chlorophyllkörner. Bei ungenügender Lichtwirkung erreichen die letztern nur eine oft auffallend gelbe Farbe, die jedoch am Lichte schnell grün wird. Wenn bei kalter Frühlingswitterung die grünen Theile der Pflanze krankhaft gelb werden, so schreibt man solches dem Umstande zu dass zur Ausbildung des Blattgrüns auch eine gewisse Temperatur gehört. Die grössere Intensität von Licht und Wärme im Süden hat die Folge dass z. B. in Italien die Belaubung der Holzgewächse eine dunklere als bei uns, eine fast schwarzgrüne

[1] Die Milchsaftgefässe, S. 54.

ist. Auch unter unserem Himmelsstrich bringt der Einfluss von Lage und Standort manche Verschiedenheit im Grün der Blätter hervor. Einige Holzarten, z. B. eschenblätteriger Ahorn und Trompetenbaum, zeigen stets auffallend gelbe Belaubung.

Die Thätigkeit des wirklich grünen Chlorophylls unter Einfluss des Lichtes besteht in der Erzeugung von Stärkemehl, auch Zucker und fetten Oelen und wahrscheinlich Harz. Von ersterem weiss man dass es in den Chlorophyllkörnern erzeugt, im Dunkeln verschwindet, bei Licht wieder zum Vorschein kommt. Vom Harze dagegen wird angenommen dass es in den von kleinen harzausscheidenden Zellen umgebenen Harzlücken und Harzgängen der Nadeln, der Grünschicht der Rinde und vielleicht auch des Holzes erzeugt werde.

In der chlorophyllhaltigen Zelle werden aber auch die eiweissähnlichen Stoffe, die Proteïnsubstanz, ausgebildet.

Die Kohlehydrate sind bei ihrem Vorkommen stets begleitet von Kali, das an pflanzliche Säuren gebunden ist und desshalb dem enthaltenden parenchymatischen Gewebe saure Eigenschaft verleiht. Das Leitgewebe der Proteïnstoffe (Gitterzellen, Kambiform) dagegen reagirt alkalisch und ist in seinem Safte stets reich an Phosphorsäure.

Die Proteïnstoffe greifen auch dadurch dass sie leicht in fermentartige Stoffe zerfallen, tief in die Oekonomie der Gewächse ein.

Kohlehydrate und Proteïnsubstanz wandern, soweit sie nicht vielleicht theilweis an Ort und Stelle zur Verwendung kommen, im Zellsaft gelöst, andern Theilen des Holzgewächses zu, wo sie verbraucht oder aufgespeichert werden sollen. So ist es wahrscheinlich dass die während des ersten Austreibens von jungen Blättern, und bei den immergrünen Holzarten auch den ältern Blättern erzeugten Kohlehydrate und Proteïnstoffe grossentheils bei der Entfaltung der Triebe verwendet und erst nach deren annähernder Vollendung in den Blättern verschiedener Generation, so wie in der Rinde, aufgespeichert werden. Die Wege auf denen es geschieht, haben wir oben schon kennen gelernt.

Es ist einleuchtend dass die Schmarotzerpflanzen, da sie ihren Saft aus den sie beherbergenden Gewächsen ziehen, grossentheils von bereits assimilirten Stoffen leben. Diejenigen derselben welche grüne Blätter haben, wie z. B. die Mistel, zersetzen die Kohlensäure der Atmosphäre nach Art der andern Gewächse. Solche ohne grüne Blätter müssen, wie die nicht grünen Theile der gewöhnlichen Pflanzen, auch die ihnen nöthige Kohlennahrung aus dem Gewächse ziehen in welchem sie wurzeln.

Im Allgemeinen sind wir über die chemischen Kombinationen und Zerlegungen der Stoffe im Innern der Gewächse noch wenig aufgeklärt.

Reifende Früchte verhalten sich in ihrer Thätigkeit wie die nicht grünen Theile der Pflanzen. Sie scheiden unter Sauerstoffaufnahme Kohlensäure aus. Sperrt man sie in einen nur Kohlensäure enthaltenden Raum ein,[1] so dauert die Kohlensäureentwicklung fort, jedoch nach Pasteur auf Kosten des in der Frucht enthaltenen Zuckers [wohl auch anderer Kohlenhydrate] und unter Entwicklung einer gewissen Menge Alkohol, bei anscheinendem sonstigen Gesundbleiben (vergl. Keimung).

Ueber Jahreszeit von Verwendung und Ausbildung der aufgespeicherten Nährstoffe liegen Beobachtungen von Th. Hartig vor. Auch dieser ringelte armsdicke Eichen in fortgesetzter Reihe von 8 Tagen zu 8 Tagen und zwar von Anfang April bis Mitte September. Am Ende untersuchte er den Stärkmehlgehalt der verschiedenen Stangen unterhalb der Ringwunde. In allen vor 30. Juni geringelten fehlte hier das Stärkemehl. Je später die Stangen geringelt worden waren, desto reicher daran war der untere Stammestheil. Hartig[2] schliesst hieraus dass die Bildung der Reservestoffe erst mit Ende Juni beginnt. Nach dem 10. August geringelte Stangen weisen bereits den normalen Gehalt auf. Mit ersterem stimmt überein dass der den Reservestoffen nachgehende Splintkäfer Mai- und Junieichensplint weniger befällt als denjenigen der andern Monate.

Die vor Ende Juni geringelten Stämmchen enthielten in ihrem untern Theil auch nicht mehr das im Jahre zuvor in

[1] Revue scientifique du Journal des Débats du 14. Nov. 1872.

[2] Kritische Blätter, 52. Bd. I. Heft. S. 260.

ihm abgelagerte Stärkemehl. Dieses war im Laufe des Sommers mit dem aufsteigenden Rohsafte nach der Krone gewandert und dort verwendet worden. Im Mai und Juni würden also die Reservestoffe des Stammes verbraucht.

Th. Hartig's Wahrnehmungen gründen sich auf den Gebrauch des Mikroskops. Desshalb begreift man dass Vonhausen [1] auf dem qualitativ-analytischen Weg bei der Buche gegen Ende Juni zwar eine Minderung des Gehaltes an Stärkmehl eintreten sah, jedoch zu jeder Zeit noch eine namhafte Menge desselben vorfand.

Die Lösung der aufgespeicherten Reservestoffe beginnt nach Th. Hartig, von den äussersten Zweigen nach unten fortschreitend, bei Ahorn Mitte Februar, bei Eiche Mitte März, bei den Nadelhölzern Anfangs April, und zwar in den jüngsten Trieben beginnend, um erst im Mai oder gar Mitte Juni in den Seitenwurzeln anzulangen. Die Mehlauflösung in einem und demselben Baumtheile dauert durchschnittlich zwei Monate. [2]

Beim normalen Entwicklungsgange der Baumvegetation beginnt nach Demselben die Wiederansammlung der Reservestoffe in der Wurzel beim Ahorn im Mai, bei der Lärche im Juni, der Eiche wie oben im Juli, der Föhre im September, und setzt sich langsam nach oben fort, um in den Endtrieben der Krone anzulangen beim Ahorn Anfangs August, bei der Eiche Mitte September, bei Lärche Anfangs Oktober, und bei Föhre Mitte desselben Monats.

[1] Forst- und Jagdzeitung, 34. Jahrg. 1858. S. 334.

[2] Botanische Zeitung, 1858. Nro. 44. S. 329 u. fg.

VIII. Entwicklung des Baumes.

1) Der Keimling.

Die erste Entwicklung des Keimlings ist von äussern hemmenden oder begünstigenden Umständen sehr abhängig. Fichte oder Föhre beispielsweise, doch auch Laubhölzer, können ihre Vegetation sehr kurz mit wenig mehr als den Keimblättern abschliessen oder aber, bis spät in den Herbst hinein, durch Weiterentwicklung von Blättern ihren Gipfel verlängern. Mit den Jahren verliert sich diese Variabilität der Stengelentwicklung und liegt, abgesehen von etwaigen Johannistrieben, die ganze Entfaltung des Baumes fürs Jahr in den im Vorjahr ausgebildeten Knospen. Der daraus entstehende Schoss kann sich alsdann wohl etwas üppiger oder magerer entwickeln, die Zahl der Blätter jedoch, wenn auch nicht die Zahl der Elementarorgane, ist bereits gegeben.

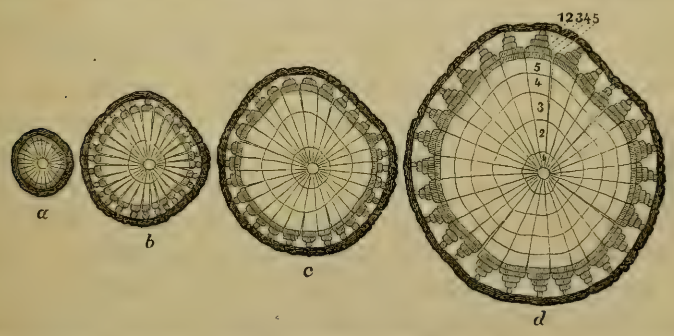
Schon im Keimling beginnt ein Zusammenwirken von Blättern und Rinde zur Stammbildung, d. h. Entwicklung von Holz- und Bastbündeln. Ein vor wenigen Wochen gekeimtes Fichtenpflänzchen z. B. ist noch krautartig weich und grün. Im Laufe des Sommers nimmt es aber eine gewisse Steifigkeit an, welche wir der Entwicklung von Holz- und Bastbündeln zwischen Rinde und Mark zuzuschreiben haben. Der Holzbildung etwas vorauszugehen scheint die helle Färbung welche die Rinde des Stengelchens bekommt.

Wenigstens findet man im Herbste Spätlinge von Fichtenkeimlingen welche erfrieren und zusammensinken, obgleich ihre Rinde schon nahezu gelb ist. Nur die Ausbildung der Gipfelknospe geht Hand in Hand mit dem Steifwerden des Stengelchens.

Den Holzkörper der jährigen Pflanze (Fig. a) sehen wir auf dem Querschnitte zusammengesetzt aus einem Kreise von nur durch die Markstrahlen von einander getrennten Holzbündeln, an deren Umfange sich kleine, meist entsprechend breite Bastfaserbündel befinden.

2) Der junge Baum.

Wie im ersten Jahre zwischen Mark und Rinde, so schiebt sich nun im zweiten (Fig. b) zwischen Holz und Bast des ersten Jahres ein neuer Kreis von Holz- und Bastbündeln in der Art ein dass der Holzantheil desselben sich auf den Holzantheil des vorigen Jahres, der Bastantheil gegen den Bastantheil desselben legt. Da nun aber die Holzbündel des zweiten Jahres, der zweite Jahresring, sich um den



erstjährigen lagern, muss er einen grössern Umfang haben als dieser. Und da durch die Einschaltung des Schichtenpaares vom zweiten Jahre der erstjährige unbedeutende Bast nach aussen gedrängt wird, müssen dessen Bündel unter sich weiter auseinander treten. Welcher Prozess sich alljährlich wiederholt. So dass nach einer Reihe von Jahren, sofern die Entwicklung der Bastschichten nicht zu unbedeutend ist um unterschieden werden zu können, man ebensoviele Holz- und Bastschichten als Jahre des Alters zählen kann, aber die jüngste Holz- und Bastschichte an der äussern Grenze der Holzringe,

die älteste Holzschicht im innersten Holzkörper und den jüngsten Bast aussen in der Rinde suchen muss, wie aus unsern schematischen Figuren deutlich hervorgeht, wenn man von dem fünfjährigen Schnitte d die Einschiebung rückwärts nach dem einjährigen verfolgt. Wobei sich nebenbei auch die Zungen- oder Breitstrahlenform ergibt, welche die Bastkomplexe der Rinde allmählich annehmen.

---

3) Der gipfelverlängernde Spross.

Der Spross oder Schoss geht in der Regel aus einer Knospe hervor. Diese zeigt aber sehr verschiedene Form, Stellung und Bedeutung. Es scheint daher angemessen der Entwicklung des Schosses vorauszuschicken eine gedrängte **Knospenlehre.**

Die Blätter haben stets oder unter Umständen die Fähigkeit in ihren Achseln Knospen zu entwickeln.

Die Abhängigkeit der Blätter und der Knospen von der Ernährungs- und Sprosskraft der Achse worauf sie sitzen, liegt auf der Hand. Eine andere erst durch Experimente zu lösende Frage ist ob die Achselknospe ihre Entwicklung speziell dem Blatte verdankt in dessen Blattachsel sie sitzt. In hohem Masse dürfte es nicht der Fall sein. Wir schliessen es daraus dass sich in Folge des Fehlschlagens der Spitze einer Rosskastanien-Grossknospe (s. S. 140) in den Achseln ihrer Knospenschuppen den Winter über starke Nebenknospen entwickeln, welche ihre Nahrung offenbar nur aus Mark und Rinde beziehen können.

Die Knospen entwickeln sich schon sehr früh im Jahre, d. h. bei der Entfaltung der ihnen zugehörenden Blätter.

Sie stehen ausser mit diesen vermittelst eines den Holzkörper durchsetzenden und von einem zarten dünnen Holzmantel umgebenen Markstrahles mit dem Mark der sie tragenden Axe in Verbindung.

Zur Zeit des Blätterabfalles im Herbst haben sie eine

mehr oder weniger namhafte Grösse erreicht, aber doch ihre Entwicklung noch nicht abgeschlossen. Vielmehr wachsen sie, obschon allmählich, den ganzen Winter hindurch. Und solches nicht allein durch Entwicklung der schon im Spätherbste zu findenden, sondern selbst durch Entwicklung neuer innerer Organe.

Nach Géléznoff (sur l'embryogénie du mélèze, p. 42 et 43) ist z. B. in den Blütenorganen der Lärche im Nachwinter der Pollen zu beobachten, welchen man in den Knospen im Winteranfange noch vermisst. Wesshalb wahrscheinlich dass selbst bei kalter Atmosphäre und vielleicht selbst bei gefrorenem Stamme die vegetative Thätigkeit der Knospen stattfindet.

Die Knospenschuppen vertreten bekanntlich bald Nebenblätter, bald Neben- und Hauptblätter mit einander verschmolzen, bald nur verflachte Blattstiele u. drgl. Näheres gehört der allgemeinen Botanik an.

Dem Vorstehenden entsprechend hat der normale fertige Schoss ebensoviel Knospen als Blätter oder Blätterspuren. Es kommen jedoch eine Menge Abweichungen von der Regel vor.

Bald nämlich fehlen die Knospen oder haben eine ganz unbedeutende Entwicklung in den untersten, kurzen schuppentragenden Gliedern des Schosses. So bei der Buche wo sich, weil aus lauter solchen Gliedern bestehend, die Kurztriebe nicht verzweigen,[1] auch bei einzelnen andern Holzarten, wo sie nur in Folge von Saftfülle nach Verstümmelung austreiben. Bei den Nadelhölzern dagegen entstehen daraus Lang- und Kurzsprossen. An der Eiche wechseln bei der Entwicklung des Schosses nicht selten Blätterschuppen mit Laubblättern und beide entfalten kräftig austreibende Knospen.

Mehrere Holzarten, z. B. Fichte, Tanne u. s. w., setzen Achselknospen nur an der Spitze und da und dort zerstreut am Schoss selbst an.

Endlich gibt es solche, wie z. B. Heiden und Wachholder, bei denen kaum oder gar keine Spuren von Knospen zu finden sind.

[1] Wiegand, der Baum. S. 55.

In der Regel enthält, wie oben bemerkt, die Herbst- und Winterknospe schon vollständig, wenn auch im Kleinen, die Organe d. h. Blätter und Blüten des künftigen Schosses.

Je grösser die Knospe, desto leichter ist es sich hievon zu überzeugen. Doch müssen wir dahingestellt sein lassen ob bei einigen Holzarten, wie z. B. Robinie, Haine, Sale etc., wo sich die Entwicklung des Schosses aus der Knospe tiefer in den Sommer, ja in den Herbst hinein erstreckt oder erstrecken kann, alle Elemente des Schosses schon im Winter vorgebildet seien.

Noch mehr Schwierigkeiten bereitet die Annahme des embryonischen Vorhandenseins aller Theile des Schosses in der vorausgegangenen Knospe bei Holzarten wie Erle und Faulbaum, deren Schosse sich regelmässig im Jahre der Entwicklung noch verzweigen und wie die letztgenannte an den Verzweigungen sogar Blüten entfalten.

Die in den Achseln der Blätter sitzenden oder **Achselknospen** pflegen sich besonders zu entwickeln und heissen darum Haupt- oder Grossknospen. Sie zerfallen je nach ihrer Stellung am Spross in Gipfel- und in Seitenknospen. Im Einzelnen zeigen sich eine Menge Abweichungen.

So unterscheidet man gestielte Knospen wie diejenigen der Erle. Sie sind kurze Zweige mit Endknospen. Im Gegensatze davon sitzende (Buche) oder gar versenkte (Götterbaum, Pfeifenstrauch). Sodann vollständige d. h. in verschieden beschaffene und charakteristisch geordnete Schuppen gehüllte, und unvollständige oder nackte, bald glatte oder behaarte, bald gar von schützendem klebrigen Stoffe bedeckte Knospen. [1] Sie stehen bald abwechselnd, öfters dabei mehr oder weniger zweizeilig, bald gegenüberstehend, auch wohl im Kreuz.

Besonders bezeichnend ist aber ihre relative Stellung am einzelnen Jahresschoss. Die an dessen Spitze stehenden, meist stärker, selten schwächer entwickelten Knospen heissen Gipfel-

[1] Ueber die Organe der Harz- und Schleimabsonderung in den Laubknospen siehe Botanische Zeitung, 26. Jahrg. 1868. S. 696. Abhandlung von J. Hanstein.

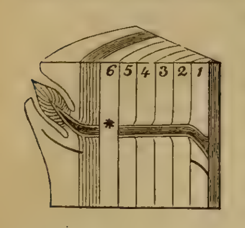
knospen, die unter denselben längs dem Triebe befindlichen, Seitenknospen. Durch die erstern pflegen sich die Zweige zu verlängern. Bei einer Anzahl Holzarten stirbt aber der Gipfel sammt einer oder mehreren Knospen aus verschiedenen Gründen im Sommer, Herbst oder Vorwinter ab und das spätere Längewachsthum wird dann durch eine Seitenknospe vermittelt.

Vorstehend angeführte Grossknospen liefern, wenn sie zur Entwicklung kommen, verschiedene Organe. So bei einer Anzahl Holzarten, z. B. Rosskastanie, Ahorn, Syringe, als Gipfelknospen, vorzugsweise Blüten. Bei andern erwachsen die Gipfelknospen zu blütelosen Holztrieben (Birn- und Apfelbäume, Ulme, Weiden, Lärchen) oder zu Holztrieben, deren Seitenknospen im Jahre der Entstehung noch Blüten liefern (Zürgelbaum). Oder endlich bestehen wie bei Eiche, Buche. Hasel etc. blütetragende Gipfel- und Seitenknospen.

Den geschilderten Hauptknospen gegenüber stehen die **Nebenknospen**, welche wir in unmittelbarer Umgebung der Gipfel- und der Seitenknospen finden und welche, wie die untersten Seitenknospen, bei gewöhnlichen Umständen nicht, wohl aber zur Entwicklung gelangen, wenn durch einen Zufall ihre Hauptknospe Schaden genommen hat. Sie stehen bald über der letztern, also zwischen ihr und dem Holztriebe, entweder einzeln, wie gewöhnlich, oder zu mehreren über einander *(Lonicera)*, bald unter der Hauptknospe (Hainbuche, Nussbaum). Bei vielen Holzarten treffen wir sie rechts und links von der Hauptknospe auf gleicher Höhe (Zürgelbaum, Maulbeer) oder etwas darunter (Weiden). Ja an abgegipfelten jungen Ahornen *(Acer platanoides)* kann man an der frühern Stelle des Blattstieles, wie auf der entgegengesetzten obern Seite, je eine, an den Seiten von diesen beiden gleichweit entfernt je zwei übereinanderstehende Knospen der in Rede stehenden Art ausbrechen sehen.

Die Nebenknospen spielen gewöhnlich die Rolle schlafender Knospen. Schlagen sie unter gewöhnlichen Verhältnissen aus, so pflegt solches nach den Hauptknospen zu geschehen.

Schlafende Knospen (Verborgensprosse) nennt man im Allgemeinen unbedeutend entwickelte, der oberflächlichen Beobachtung entgehende, an Aesten, Schaft oder Stock entstehende Quirl-, Seiten- oder Nebenknospen (Fig. k nach Th. Hartig), welche nach Art der Föhrenkurztriebe sich alljährlich in ihrem Achsengebilde um die Dicke des Holzrings der Axe woran sie sitzen verlängern, in ihrer Knospe aber erst zur Entwicklung gelangen, wenn ihnen Verletzungen, besonderer Lichteinfall u. drgl. eine grosse Saftmenge zuführen. Sie vermögen sich je nach der Holzart ein Jahrhundert oder auch kaum zehn Jahre am Leben zu erhalten.



Sie verzweigen sich oft am Fusse von Bäumen, sogar nicht selten ausserordentlich, dadurch wie bei Linden und Ulmen bedeutende Maserbildung veranlassend.

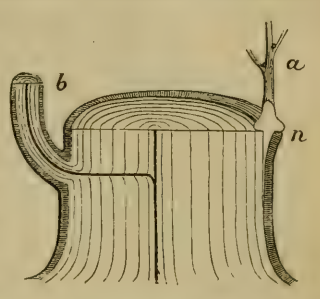
Sterben sie ab, so wird ihre bisherige den Baumkörper quer durchsetzende Axe wie die Nadelholzkurztriebe geschlossen und überwachsen (Fig. *).

Sie sind oft eine Plage der Wirthschaft, begünstigen das Gipfeldürrwerden der Bäume, erschweren die Rindegewinnung, stören die regelmässige Bildung der Holzringe etc.

Durch ihre Stellung im äussern Umfange der Rinde, sowie durch das seltene Auswachsen zu einem wirklichen Zweige zeigen mit den vorigen einige Aehnlichkeit die **Kugelsprossen** Th. Hartigs. Sie erscheinen als warzenartige Auswüchse an Buchen und Lärchen und nach Th. Hartig auch an Weisserlen, Eichen, Ahorn, Rosskastanien und Krummholzföhre. Ursprünglich schlafende Sprosse, zeigen sie nicht selten äusserlich noch die frühere Knospe (Buche). Statt aber durch Verlängerung des dünnen Triebes worauf sie sitzen und mit dem Innern des Baumes in Verbindung stehend, ihre bisherige Natur fortzusetzen, geben sie den organischen Zusammenhang mit dem Baumeskörper auf und leben auf Kosten des Zellgewebes der sie umgebenden Rinde. In ihrem Umfang öfters Jahr-

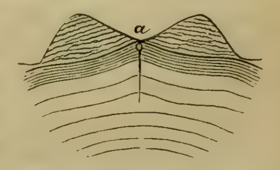
zehnde hindurch alljährlich Holzschichten bildend, wachsen sie zu dicken Knollen aus, welche man in der Regel leicht ablösen und als einen schmarozerischen verkürzten angeschwollenen Zweig des Baumes betrachten kann.

Endlich vermögen eine Anzahl Holzarten sog. **Adventivknospen** zu entwickeln. Sie sind nicht wie die schlafenden Knospen am Baumkörper schon vorgebildet, sondern entstehen aus einem erst in Folge von Verletzungen desselben sich entwickelnden, zwischen Rinde und Holz einkeilenden Gewebe. (Fig., nach Th. Hartig a.) Ausschläge an Stöcken oder feuchtliegenden Stammestheilen, welche aus der Oberfläche der Rinde zu kommen scheinen (b), verdanken regelmässig ihre Entstehung



schlafenden Knospen (Eiche, Vogelbeer etc.) und sind keine Adventivknospen. Diese entstehen nur an Hirnflächen oder Ringelstellen aus der Grenze von Bast und Holz.

Ein Mittelding zwischen diesen Adventivknospen und den obigen schlafenden Knospen scheinen uns solche zu sein die man da und dort im Baste des Schaftes der kanadischen Pappel



findet (Fig., a), begleitet von einem kurzen Markstrahl und offenbar entstanden im Zusammenhange mit dem natürlichen Tiefeinreissen der rauhen Rinde.

Austreiben der Knospen. Es sind vor allem Gipfel- und Seitenknospen, öfters auch Nebenknospen welche regelmässig zur Entwicklung kommen und dem Baume seinen Umriss verleihen. Die dabei gewöhnlich entstehenden Sprosse heisst man Lang- oder Kraftsprosse, wenn sie eine namhafte Länge und meist auch Dicke erreichen. Den Namen Kurztriebe oder Stauchlinge gibt man ihnen im Falle sie, aus Naturanlage oder wegen Lichtmangels etc. nur kurz bleibend, manchmal in Jahrzehnten kaum Fingerlänge erreichen. Sie verzweigen

sich ungern, haben auch gewöhnlich stärkere Rinde als dem Holzkörper entsprechend.

Eine Regel dass Grossknospen stets zu Langsprossen, Neben- oder andere Knospen aber gewöhnlich zu Kurzsprossen auswachsen, besteht nicht.

Grossknospen können unter ungünstigen Umständen zu Kurztrieben werden, wie als Johannistriebe öfters die Hauptquirlknospen von Fichten und regelmässig die Seitenknospen von Lärchen, oder ganz ausbleiben und abfallen oder fortschlafen. So nicht selten Quirlknospen an verschatteten Föhrenseitenästen. Ja selbst als individuelle Eigenschaft mancher Föhren und Fichten (Spielart) trifft man das Zurückbleiben oder Fehlschlagen der Quirlknospen an Haupt- oder Astgipfeln.

Nebenknospen, selbst, wie oben gesehen, schlafende Knospen können aber auch zu Langsprossen auswachsen, was lichtgestellte Eichen nur zu deutlich zeigen.

Langsprosse werden im Drange der Beschattung oder bei Nachlass des Saftzuflusses zu Kurzsprossen, wie an unterdrückten Bäumen und am Gipfel freigestellter Bäume geschieht, Kurztriebe hinwiederum bei lebhafterem Licht und Nahrungszufluss rasch zu Langtrieben. Zumal aus schlafenden Knospen entstandene Langsprosse (Wasserreiser) brauchen in der Regel mehrere Jahre, um die Natur von Kurzsprossen anzunehmen und z. B. Blüte und Frucht zu tragen.

Eine Anzahl Holzarten entwickelt, nach dem Frühern, ihren Blütestand aus Gipfelknospen, also Lang- oder hier besser Hauptsprossen, viele andere aber aus Haupt- und Kurzsprossen wie z. B. mehrere Ahorne, noch andere aber aus Kurzsprossen allein oder vorzugsweise, wie unsere Obstbäume. Man nennt sie hier Fruchttriebe, Fruchtknospen, Tragholz.

Manchmal ist man in Verlegenheit die richtige Wahl der Bezeichnung mit Lang- oder Kurztrieben zu treffen. Solches namentlich bei den Knospen- und Sprosswucherungen, sogenannten Hexenbesen, welche man an Seitenzweigen und Hauptästen nicht selten bei Birke, Hainbuche, Traubenkirsche, Fichte, Tanne und selbst Buche und Föhre findet.

Ein Theil der Nadelhölzer hat fast nur Kurztriebe. Denn die Nadelpaare, -drei- oder -fünflinge der Föhren, die Nadelbüschel der Lärche und Zeder sind nichts anderes. Diese ihre Eigenschaft erhellt binnen vierzehn Tagen, wenn einer Föhre der Haupt- oder ein Seitengipfel verloren gegangen und ihre der Verletzung benachbarten Nadelpaare Scheidenzweige treiben, oder, sofern sie unverletzt auf fruchtbarem Boden steht, sich ein Theil der den Quirlknospen nächststehenden Nadelscheiden zu Langtrieben entwickelt. Bei Laubhölzern, Lärche und Zeder erreichen die Kurztriebe ein hohes Alter. Bei den Föhren dauern sie gewöhnlich wenige Jahre. Ursprünglich waren sie hier wie an schlafenden Knospen (Fig. S. 142) durch ihre von einem dünnen Holzmantel umgebene Markröhre schief mit der Markröhre des sie tragenden Zweiges verbunden. Mit dem zweiten Jahr aber und ebenso im dritten verlängert sich die Achse des Kurztriebes je um die Dicke eines Jahresrings. Mit dem Absterben des Kurztriebs hört die Verlängerung der Achse desselben auf und der neue Holzring übermantelt die bisherige Achse, so dass man bei Abziehen der Rinde ihr Ende nicht mehr wie vorher den Holzkörper überragen sieht. Begreiflich erschweren üppige dicke Holzlagen die Existenz solcher Kurztriebe. Daher sterben sie am Gipfelaste der Föhre früher ab als an den Seitenästen, und erhalten sich an aufgeästeten Pflanzen länger, oder wachsen zu Langsprossen aus, weil an ersteren die Holzringe schmäler werden, auch die Kurztriebe mehr Licht erhalten.

Die Lebhaftigkeit des Austreibens der Knospen oder das Sprossvermögen hängt ab vom Umfang und dem aufgespeicherten Nahrungsvorrath der Knospe, der Thätigkeit der sich entwickelnden Blätter und dem Nahrungszuflusse Seitens des Baumes.

Die Entwicklung des Sprosses pflegt sich gegen die Spitze zu steigern, selbst wenn die Entwicklung der Stengelglieder dem Auge den Unterschied der Sprossfähigkeit äusserlich nicht verräth. An der Spitze selbst nimmt sie öfters wieder ab. Bei Massholder liegt ausnahmweise die grössere Entfaltung in der untern Region des Sprosses.

Bei der Bemessung des Sprossvermögens unterstützt uns wesentlich die Länge welche die sich streckenden Sprossglieder annehmen.

Der Spross bleibt an seinem Grunde, d. h. im Bereiche der Knospendecken unentwickelt. Doch wohnt den letztern theilweise die Fähigkeit inne in ihrer Achsel Knospen zu entwickeln, welche meist klein bleiben und schlafen, jedoch auch, wenn z. B. an einem späten Stockausschlage der Rosskastanie die Spitze der Knospe nicht ausreifte und erfror, sämmtlich zur Entwicklung kommen können. In welchem Falle man im darauffolgenden Frühjahre statt der geschlossenen Grossknospe vier Reihen Schuppenachselknospen findet. Die über den Spuren der Knospendecken befindlichen Theile strecken sich anfänglich gleichmässig in Folge Zellenmehrung im ganzen Internodium.[1] Die spätere ungleiche Längeentwicklung in Folge von Streckung der Elementarorgane beobachtete bereits Duhamel[2] an noch krautartigen und darum häufig schlaff herabhängenden Sprossen mittelst Silberdrähtchen, welche er in gleichen Entfernungen in die Rinde spiesste. Nach eingetretener Verholzung waren dieselben in ungleiche Entfernungen auseinandergerückt, um so weniger je näher dem Grund, um so mehr je weiter der Spitze des Schosses zu befindlich.

Die neuern Angaben[3] bestätigen solches theilweis und fügen hinzu dass die grössere Dauer des Wachsthums gegen die Spitze bei gleich langen wie bei nach oben kürzern Sprossgliedern zutrifft und man sogar am einzelnen Stengelglied ein längeres Fortwachsen gegen den obern Knoten bemerkt. Nach einem neuesten Forscher[4] aber entwichelt sich ein aus Internodien bestehender Schoss nicht in der ange-

[1] Hofmeister, Physiologische Botanik, I. 1868. S. 419.

[2] Physique des arbres, II. Livr. IV. p. 14.

[3] Hofmeister a. a. O. S. 419. und Wigand, Der Baum, S. 223 u. 224, auch G. Krauss, Botanische Zeitung, 25. Jahrg. 1867. S. 105 u. fg.

[4] Dr. A. B. Frank, Die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzentheilen und ihre Abhängigkeit vom Licht und von der Gravitation, Leipzig 1870. Verlag von Weissbach. S. 16.

gebenen Weise sondern so dass das älteste Internodium sich vollständig streckt, ehe das zweite, das zweite ehe das dritte und so fort.

Der Spross erreicht meist schon im Anfange Sommers seine endliche Länge, wie man leicht an Laub- und Nadelhölzern wahrnimmt. Nur wenn er sich durch Johannistrieb verlängert, was unter Entwicklung einer Hauptknospe geschehen kann oder wie bei den Nadelhölzern durch Austreiben von Gipfelseitenknospen, fällt sie noch in den eigentlichen Sommer, d. h. den Juli und später. Ausser durch die innere Natur des Schosses wird dessen Länge durch seine Bestimmung Blüten oder nur Blätter zu tragen, einen Dorn oder Kurztrieb (Föhren) zu bilden oder störende Zufälligkeiten (Frost u. s. w.) beeinflusst.

Wigand (Der Baum, S. 224) sagt dass sich bei den Nadelhölzern die Ausdehnung der Achse länger als ein Jahr lang fortsetze. Worauf diese Angabe sich stützt ist uns unbekannt. Sie scheint nur Wiederholung eines alten zum Ueberfluss in der Forst- und Jagdzeitung, Dezember 1840, S. 460 und Februar 1841. S. 47 nochmals widerlegten Irrthums zu sein.

Länger als in die Höhe setzt sich das Wachsthum des Sprosses in die Dicke fort. Sie pflegt nach Th. Hartig Ende August, häufiger wohl Ende Juli sich abzuschliessen. An jungen Buchen z. B., allerdings unter individuellen Schwankungen, lässt sich die Rinde vom 1. August an hier zu Lande an Haselausschlagstängchen gegen 1. September nicht mehr ablösen. Damit stimmt auch die Beobachtung Vonhausen's [1] überein. Er fand bei scharfer Messung der Dickezunahme von Buche, Haine, Ahorn, Birke, Esche, Pappel, Linde und Tanne ebenfalls dass der Abschluss in den Anfang August fiel.

Zu untersuchen ist noch das Verhältniss des nachträglichen Dickewachsthums an Hauptschossen die sich durch Johannis- oder noch spätere Nachschosse verlängert haben.

In der Regel erreichen die längsten Sprosse auch die grösste Dicke. Wasserschosse aber können bei grosser Länge

[1] Forst- und Jagdzeitung, 35. Jahrg. 1859. S. 39 u. 443. und 38. Jahrg. 1862. S. 118.

sehr dünn sein, auch die besonders langen Triebe von Hängebäumen (Esche, Buche) sind auffallend dünn.

Dass die Sprosse der Krone mit der Zunahme ihrer Zahl immer dünner werden wie auch von einem gewissen Alter an immer kürzer, ist begreiflich.

An Seitenschossen welche reihenweis am Hauptsprosse stehen, pflegt die Lebhaftigkeit des Triebes gegen dessen Spitze zuzunehmen. Ganz stetig zeigt sich das an der Ulme. Ausnahmen bei Massholder, Pfaffenhütchen u. s. w.

Wigand (Der Baum, S. 122) spricht von „kurzen, schwachen krautartigen und daher ohne Rinde- und Borkebildung bleibenden einjährigen Seitenschossen des Taxus" welche, sofern nicht Folge auch bei andern Holzarten vorkommender, dem Ausreifen des Holzes ungünstiger zufälliger äusserer Umstände für uns räthselhaft sind. Selbst an kurzen Schösschen, entstanden in Folge des beim Taxus häufigen Heckenschnittes, fanden wir bereits einen dünnen Holzkörper.

Später eintretende Verbiegungen von Schossen sind ohne Zweifel Folge veränderter Beleuchtung und Schwere.

Betrachten wir äusserlich den bei der einen Holzart langen, bei der andern dicken fertigen Schoss,[1] so finden wir häufig an seinem Grund eine grössere oder kleinere Zahl Ringwülste d. h. äusserst kurze Glieder, „Knospenglieder." Ihr reich ausgeprägtes Vorhandensein erleichtert z. B. bei Buche und Ahorn die Erkennung der Jahresgrenzen zusammengesetzter Zweige. Sie fehlen bei Holzarten ohne eigentliche Knospen. Ueber ihnen stehen einige wenig entwickelte meist gleichlange sogenannte „Anfangsglieder". An sie reihen sich mit der Entwicklung des ganzen Schosses nach Zahl der Glieder und deren durchschnittlicher Länge wandelbare „Hauptglieder". Der Uebergang der Anfangsglieder in die letztern erfolgt hier allmählich, dort sprungweise (Buche). Bei den einen sind die Hauptglieder fast gleichlang (Buche), bei den andern sich steigernd, manchmal mit kurzer Abnahme in den letzten Gliedern (Eiche, Birke). Umgekehrt hat Massholder oben die kürzesten.

[1] Vergl. Wigands Baum, S. 38 u. fg.

Die Entwicklung des Sprosses nach seinen innern Theilen ist seit Kurzem Gegenstand besonderen Studiums geworden, dessen wesentliche Ergebnisse wir nachfolgend wiedergeben wollen.

Die Gewebe des Sprosses strecken sich nicht gleichförmig. Vielmehr lehrt der Umstand dass die Oberhaut sich verkürzt und die Marksäule sich verlängert, wenn man an einem Spross die Rindehaut vom Markkörper ablöst, dass beide genannten Gewebe vor der Trennung sich in der Länge die sie einnahmen, gegenseitig beeinflussen mussten. Offenbar wurde die Rindehaut durch die Marksäule in ihrer Länge gedehnt, gestreckt, die Marksäule durch die Rindehaut dagegen verkürzt, gepresst, gespannt. An diese passive und aktive Spannung des Sprosses, eine Folge verschiedenen Längewachsthums der Gewebe, knüpfen sich mancherlei Betrachtungen.

Kraus sagt die Marksäulezellen strecken sich in ganz anderem, stärkeren Verhältniss als die Rindezellen. Diese bleiben schon desshalb zurück, weil sie einen grossen Materialverbrauch für die ihnen zunächst anhängenden Blätter haben. Wogegen sich freilich mancher Einwurf, besonders auch die Frage geltend machen lässt, warum die Pflanze die Blätter gerade auf Kosten der Rinde entwickeln muss und sich nicht helfen kann, indem sie, wie die blütereichen Theile einer *Fuchsia,* kürzere Internodien ansetzt und die Rinde ihrerseits an dem dem Markkörper angehörigen Nahrungsvorrathe betheiligt.

Kraus bedient sich bei der Bezeichnung der Rindeschichten nicht immer der seit Meyen üblichen Benennungen. Er trennt wiederholt nur Epidermis und Rinde, unter Epidermis offenbar öfters mehr als die oberste Zellenlage begreifend. Dadurch erhalten seine auf die Rinde bezüglichen Angaben etwas Schwankendes. Um Missverständniss zu verhüten, ersetzten wir die Bezeichnung Epidermis mit einem absichtlich nicht präzisen Ausdruck.

Der geschilderte Gegensatz von äusserer Rinde und Mark spricht sich selbst in den einzelnen Schichten des Sprosses aus. Nach der Ablösung wird die Epidermis am kürzesten,

die innere Rinde weniger kurz, das Holz noch weniger und das Mark am allerwenigsten.

Da letzteres in den untern Internodien eines Sprosses sogar komprimirt ist, muss hier zwischen Mark und Oberhaut eine neutrale, d. h. weder gedehnte noch gepresste Schichte, von der Länge des unverletzten Internodiums, liegen.

Im jüngsten Internodium ist das Mark kaum oder nicht gespannt und nehmen hier die nach der Rinde zu sich anreihenden Gewebeschichten an Streckung zu.

In den mittlern und untern Internodien liegt zwischen dem gepressten Mark und der gedehnten Oberhaut das Holz ungespannt. Später wird auch die innere Rinde spannungslos und nur die Epidermis bleibt gedehnt, während Holz und Mark oder Mark allein gepresst sind.

In den ältesten Internodien ist die Epidermis ungespannt wie Rinde und Holz. Das Mark kann dabei ebenfalls ungespannt oder auch gedrückt sein.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich dass im jungen Sprosse die dem ungespannten Marke nachgebende Epidermis mit starker Dehnung beginnt, um am Ende [mit ihrer Erstarrung?] spannungslos zu werden. Das Mark dagegen ist anfangs schwach gespannt oder ohne Spannung, steigert aber dieselbe bis zu einer gewissen Höhe, um endlich ebenfalls zum Indifferentismus oder zum Gepresstsein herabzusinken. Innere Rinde und Holz zeigen sich anfangs gedehnt und werden allmählich spannungslos oder gar gepresst. In der That wächst mit den früh d. h. wohl im ersten und den folgenden Jahren eintretenden Zellwandverdickungen in der äussern Rinde [Korkbildung?] deren Widerstand gegen Dehnung der Art dass in die Augen springend das Mark verkürzt, seine Zellen breit gedrückt werden.

Die Längsspannung, als Folge der verschiedenen natürlichen Länge von Rindehülle und Mark hört dadurch auf. Desshalb sagt auch Kraus dass sie nur den Sprossen eigen sei.

Einigen Zweifels an der Allgemeinheit dieses Satzes können wir uns nicht erwehren. Haben wir nämlich die Kraus'sche Definition von „Spross"

richtig verstanden, so ist hierunter allgemein der im Lauf des Jahres sich bildende Schoss zu verstehen, er bestehe aus einem Stamm mit Zweigen oder zweiglosen Stamm, oder einem Zweig des letztern wie bei vielen einjährigen Pflanzen, oder aus einem relativ kurzen Haupt- oder Seitentrieb eines Holzgewächses. Gehen wir nun von letzterem aus, so scheint uns *a priori* kein Grund zur Annahme vorzuliegen, dass alle Längespannung auch bei zwei- und mehrjährigen Trieben solcher Holzarten fehle, deren Mark und Rinde lebensthätig bleibt und sich anatomisch nicht verändert. Ueberhaupt können wir nicht einsehen, warum Schosse von einigen Jahren nicht sollen Längespannung und Querspannung zugleich zeigen können, und der Satz durchweg richtig sein, welchen Kraus a. a. O. S. 107 ausspricht, dass sich nämlich Längs- und Querspannung fast ausschliessen, indem sich aus der Längsspannung des Sprosses die Querspannung des Stammes entwickle. Kann man sich doch an paraboloidischen Körpern, welche Form die Stämme und Zweige haben, eine Längespannung der Rinde ohne Querdruck auf den Holzkörper und an einem kegelförmigen oder eingebauchten Trumm eine Querspannung ohne Längespannung kaum recht denken. Untersuchung von Erscheinungen wie z. B. die Bildung des sogenannten Waldrisses im Augenblicke hälftigen Durchsägtwerdens von Stämmen im Winter dürften Aufschluss verschaffen.

Endlich zeigt der Spross, so lang er überhaupt noch in Streckung begriffen ist, die sehr wichtige Fähigkeit sich um seine Achse zu drehen. Der Zweck derselben ist die am Schosse zerstreut stehenden Blätter in wagerechte Lage gegen das Himmelslicht oder überhaupt die Lichtquelle zu versetzen. Merkwürdig hiebei dass die Drehungen je nach der Einfügung der Blätter bald nach rechts bald nach links erfolgen, immer aber auf dem kürzesten Wege.

---

4) Der verdickende Holzmantel.

Sein inneres Wesen. Die Weiterentfaltung der einjährigen Holzpflanze nach Länge (Spross) und Dicke (Holzmantel) hängt, wie uns bereits bekannt, grossentheils von der Menge und Thätigkeit der vorhandenen Blätter ab. Das macht die Analogie mit den Blättern des Keimlings, das lebhaftere einseitige

Sprossen einseitig beblätterter Pflanzen (oben S. 113) wahrscheinlich.

Hat die Holzpflanze die Blätter verloren oder sind diese ausser Stand zu arbeiten, so kann sich keine erhebliche Menge Holz entwickeln. Für den entblätterten Baum ist die Vegetationszeit grossentheils verloren. Denn die Holzbildung kann einen Aufschwung erst wieder nehmen wenn sich neue Blätter gebildet haben, oder die die Arbeit der vorhandenen Belaubung hindernden Umstände beseitigt sind.

Als weitere Belege für diese Abhängigkeit der Holzbildung von der Arbeit der Blätter führen wir noch Ergebnisse der Entlaubung an, zumal solcher an Nadelhölzern, welche die Folgen leichter studiren lassen.

Entnadelt man ein Dutzend junge Föhrenbäumchen im Frühling gänzlich, jedoch unter Belassung ihrer Knospen, so sterben zwar im Laufe nächsten Sommers, Herbstes und Winters einige, nach Umständen vielleicht die Hälfte. Die übrigen zeigen, wohl als Folge der Entlastung, wie auf der kahlen Seite der Figur S. 113, aufrechtere Zweige. Ihre Knospen brechen später aus und entwickeln kurze dünne und daher fast holzlose Schösschen mit nach deren Spitze kürzern, den neuen Sprossen pyramidale Form verleihenden überhaupt kurzen dunklern Nadeln. Sie haben in der Zeit der Wiederherstellung ihrer Blätter das Ansehen von Pflanzen welche durch „Schütte“ litten und erholen sich im Verhältniss ihrer Wiederbegrünung. Da sie zur Zeit der Entnadelung im Frühling ebenso viel Reservestoffe enthalten mussten als normale Pflanzen, ist anzunehmen das kümmerliche Wachsthum der auf die Entnadelung folgenden Schösschen sei Folge der mangelnden Thätigkeit der bei normalem Zustand unterhalb der auszutreibenden Knospen befindlichen Nadeln.

Werden die Blätter einer jungen Föhre einseitig entfernt (Fig. S. 113), so nimmt der Holzring eine exzentrische Entwicklung nicht nur auf der beblätterten Seite des Stämmchens, sondern selbst in einem darüber stehenden ringsum benadelt gelassenen Gipfelschosse.

Lässt man die Nadeln nur am Gipfel stehen, so nimmt der Ring nach unten an Breite ab, verliert sich sogar nicht selten gänzlich. Bleiben die Zweige dagegen am untern Theile des Stammes allein stehen, so verdickt sich vorzugsweise der Fuss.

Damit soll nicht geläugnet werden welch' wichtige Rolle die von frühern Jahren her im Baumkörper aufgespeicherten Nahrungsstoffe, Th. Hartigs Reservestoffe, spielen.

Bei Kopfhölzern sieht man im Jahre nach dem Abhieb der Krone oft ein so schmales Ringchen Holz entstehen, dass man annehmen muss die aufgespeicherten Stoffe kommen erst im zweiten Jahre nach dem Hiebe zur Verwendung. Solches lässt auch schon die oft der Blätterthätigkeit sehr ungünstige trockenheisse oder nasskalte Sommerwitterung, vielleicht auch Trockenheit des Winters voraussetzen.

R. Hartig führt einige hieher gehörige Beobachtungen an. Eine gemeine Föhre der man alle zweijährigen Nadeln belassen, aber sämmtliche Knospen ausgebrochen hatte, zeigte im ersten darauffolgenden Jahr auffallende Zuwachssteigerung, im zweiten aber [unter Fernhaltung von Scheidesprossen?] bei blos dreijährigen Nadeln ein Minimum von Zuwachs.

Im trockenen Sommer 1868 hatten bei ihm geästete und ungeästete Weymouthsföhren normale Länge der Jahrestriebe erreicht. Im darauffolgenden Jahr 1869 aber zeigten kaum und gar nicht geästete Weymouthsföhren auffallende Kürze, stark aufgeästete dagegen normale Länge derselben. Woraus er schliesst dass im Jahr 1868 wenig Reservestoffe produzirt worden, sofern dieselben nur in den stark aufgeästeten Bäumen hingereicht die wenigen kräftigen Triebe zu bilden, nicht aber in den unverletzten Bäumen die vielen Knospen der Krone zu kräftigen Schossen auszutreiben.

Thätigkeit der Blätter, namentlich der Kurztriebe, welche weit mehr produziren als sie selbst verbrauchen, und Reservestoffe, entwickeln also alljährlich den an Schaft, Stock und Wurzeln sich zwischen Rinde und Holzkörper einlagernden, gewöhnlich den letztern ganz umhüllenden Holzmantel.

Er entsteht ursprünglich aus einer ganz dünnen und daher mikroskopischen Zellenlage, welche wir uns als Linie „Kambiallinie“ auf der Grenze von Bast und Splint denken können und entwickelt sich wie oben S. 137 geschildert als dickere Holz- und dünnere Bastschicht.

Eine von mehreren ältern Physiologen wie Malpighi, Hales u. s. w. ausgesprochene Meinung ist, dass sich die innersten Bastschichten in die äussersten Holzlagen umwandeln. Auch Duhamel (Physique des arbres II. p. 36) fasste diese Ansicht auf Grund des Hineinwachsens ins Holz von feinen Drähten die er durch Rindeschichten gesteckt hatte. Freilich sagt er a. a. O. S. 40 selbst, er sei bei der Zartheit der von ihm durchbohrten Rindetheile ängstlich aus seinen Versuchen einen sichern Schluss zu ziehen. — Die Vergleichung von Querschnitten ein-, zwei-, drei- und mehrjähriger Stämmchen oder Zweigchen, wie sie oben dargestellt, beseitigt die alte Hypothese.

Schon vor der Entwicklung der Blätter pflegt man in der Kambiallinie etwas mehr Saft zu bemerken als im Winter. Auch die Holzbildung sieht man häufig, wenigstens in bescheidenem Mass, ohne direktes Eingreifen der Belaubung beginnen. Bei der Robinie z. B. geht die Rinde schon im März, wenn die Knospen sich noch lange nicht rühren. Auch einzelne Eichen deren Knospen noch winterlich verharren, lassen lange vor andern noch rindefesten Eichenstangen ihre Rinde mit Leichtigkeit schälen. Ja man findet zuweilen, so im Januar 1871—72, bei den Holzhieben einzelne Eichen an denen sich, wenigstens am Fusse, die Rinde löst wie zur Saftzeit. Auch bei den Nadelhölzern z. B. der Föhre kann man die Rinde nicht selten schon im April, also zu einer Zeit ablösen, wo die Knospen kaum anfangen thätig zu werden.

Die Erfahrung der Baumzüchter und der Rindeschäler lehrt dass laues Regenwetter den Beginn der Rindelösung beschleunigt und die Arbeit erleichtert.

Was man „Kambium“ nennt ist eben der noch weiche in Entwicklung begriffene Holzring. Dass es blosser schleimiger Saft sei, der sich zu Holz verdichte, wird bereits von Duhamel als ein Irrthum der Gärtner bezeichnet, dem er seine Ansicht es sei schon organisirtes Gewebe, gegenüberstellt (Physique IV. S. 20, 27 und 45). Während der innere Theil des Kambiums sich durch Verdickung der zarten Zellhäute in festes Holz verwandelt, dauert die Bildung zarten Gewebes am Umfange fort. So lange sie dauert, lässt sich die Rinde mehr oder weniger leicht ablösen und spricht man von Kambium. Im Sommer, wo der Ring in der Hauptsache schon zu festem Holze geworden, begreift es wie im ersten Frühjahre nur eine schmale Schichte.

Ueber den Weg welchen die Holzbildung im Baume nimmt, giebt uns Th. Hartig Aufschluss. Seinen Angaben zufolge regt sich die Holzbildung zuerst in den Zweigspitzen und senkt sich langsam gegen unten. Bei Lärche und Ahorn traf die Bildung des neuen Holzrings am Fusse des Stammes um vier Wochen später ein als in den Triebspitzen, wurde aber hier auch um zwei Wochen später fertig. Bei Eiche und Föhre war schon Anfangs Mai der Jahresring an den untersten Stammestheilen so weit oder weiter vorgeschritten als an den obersten Zweigspitzen, und erfolgte die Vollendung des Jahresringes in Zweigen und am Stammgrunde gleichzeitig. — Duhamel [1] führt an dass die Holzbildung auf der Sommerseite der Stämme früher beginnt als auf der Nordseite, dass ferner Zweige die man im Frühling in ein Warmhaus leitet, ausschlagen soweit sie hereinreichen, solche die man hinausleitet, soweit sie hinausragen nicht treiben, bis die gewöhnliche Zeit für sie gekommen ist. Unzweifelhaft knüpft sich an diese Vorgänge auch ein entsprechender früherer oder späterer Beginn des Holzringes.

Wahrscheinlich spielen bei der Lebhaftigkeit womit die Holzbildung in verschiedenen Höhen des Baumes zugleich oder in abweichendem Masse beginnt, die Eigenthümlichkeit der Holzart und das Alter des Baumes eine gewisse Rolle. Wenn die Eiche die Gewohnheit hat zuerst im Gipfel, die ihr verwandte Edelkastanie vom Fuss aufwärts auszuschlagen, wie auch die Nadelhölzer, bei denen die Gipfelknospe sich zuletzt entfaltet, so sollte das nicht ohne Einfluss auf den Beginn des Holzrings in höherer oder tieferer Region des Baumes bleiben. Andererseits ist in Bezug auf die Reife des Rings im August das frühe Nachlassen der Thätigkeit im Gipfel alter Bäume augenfällig. Vielleicht sind auch freier oder geschlossener Stand der Bäume von Einfluss.

Von der Abschlusszeit der Vegetation der oberirdischen Baumestheile bleibt die Rinde mit dem Holze verwachsen bis zum nächsten Frühling.

[1] Physique V. p. 277.

Dagegen löst sich die Rinde, wie man häufig beim Ausheben der Pflanzen bemerkt, nicht nur den Sommer, sondern auch den ganzen Winter über mit Leichtigkeit vom Holze der Wurzel, muthmasslich weil diese, im Boden einer geringeren Kälte ausgesetzt als der oberirdische Theil, in bescheidenem Masse bis ins Frühjahr hinein zu wachsen fortfährt.[1] Allerdings bestreitet Th. Hartig[2] die Allgemeinheit der merkwürdigen Erscheinung.

Mit der Holzringbildung der Wurzel in Verbindung stehen die Entwicklung und Verlängerung von Wurzelverzweigungen und Wurzelzasern. Sie erfolgen, wie wir schon anderweitig gesehen, nicht mit der Regelmässigkeit der Zweige. Ausserdem unterscheidet sich ihr Längewachsthum, was von Duhamel[3] durch verschiedene Versuche nachgewiesen worden, von dem der Zweige dadurch dass sie nur an der Spitze sich verlängern, nicht aber sich ausstrecken.

Der Holzring welcher sich alljährlich zu bilden pflegt, entwickelt sich meist in stetiger Weise und ohne Unterbrechung. So bei Ahorn, Haine, Birke, Robinie und unsern gemeinen Nadelhölzern. Indessen gibt es auch Laub- und Nadelholzbäume, deren Vegetation eine Art Stillstand erfährt, um nachher wieder einen Aufschwung zu nehmen. So z. B. Eiche, öfters auch Ulme, Seeföhre, an welchen etwa um Johanniszeit viele ihrer bereits abgeschlossenen Gipfelschosse von neuem zu sogenannten Johannisschossen vorschieben. Man nennt diesen Nachtrieb „Johannissaft“, nicht selten auch, jedoch ganz ungeeignet, „Augustsaft“. Es ist möglich dass mit dem Eintritt des Johannistriebs ein verstärkter Wasserreichthum des Baumkörpers verbunden sei, wenigstens wird durch regnerisch milde Witterung sichtlich die Zahl der Johannisschosse vermehrt, während dürrer Standort sie mindert.

Im Alter von 10 bis 20 Jahren treiben nicht selten Holzarten oder wenigstens einzelne Individuen Nachschosse, in

[1] H. Mohl, in Botanischer Zeitung, 20. Jahrg. 1862. S. 321.

[2] Daselbst, 21. Jahrg. 1863. S. 288.

[3] Physique des arbres, I. Chap. V. p. 83.

deren Natur sonst ein regelmässiger Abschluss der Vegetation mit dem ersten Triebe liegt (Fichten zuweilen noch im August), besonders dazu geneigt jedoch sind Stockausschläge. An diesen treibt die Eiche im ersten Jahre meist zwei Schosse, im westlichen Litorale sogar drei. Hieran, wie am Wiederaustreiben geschorener Fichtenhecken, ist natürlich überreicher Saftzufluss Schuld.

In der Obstbaumzucht wie im Eichenschälwald wird aber von jeher auch ein Einfluss des Johannissaftes auf neu beginnende leichte Lösbarkeit der Rinde, mit andern Worten verstärkte Kambiumbildung angenommen. Näheres darüber fehlt. Wir wissen nicht ob, wenn er in Wirklichkeit besteht, er in genauem Zusammenhange steht mit dem Johannistrieb, ob er auch bei Hölzern sich einstellt, welche Johannistriebe nicht zu machen pflegen, endlich in welchem Mass er von der Witterung abhängt, insofern die Frfahrung im Schälwald ihm einen gar weiten Spielraum (Anfang Juni bis Mitte Juli [1]) zulässt.

Von besonderer Wichtigkeit für den Baum ist der vollständige Abschluss des Holzringes, zumal an seinem Umfange, das sogenannte Ausreifen des Holzes. Es steht in der Regel in Verbindung mit vollständigem Ableben oder Getödtetwerden des Laubes durch Frost oder Abgestreiftwerden, wie es bei Gehölzgärtnern üblich ist, um spät oder fast gar nicht abschliessende Schosse, z. B. von *Paulownia* und *Ailanthus*, zur Reife zu bringen.

Wir haben oben, nachdem von der Entwicklung des Sprosses die Rede gewesen, die Spannung eingereiht, in welcher sich die Gewebe desselben befinden. Nachdem wir das allgemeine Verhalten des Holzmantels besprochen, welcher sich alljährlich um den bisherigen Holzkörper des Baumes legt, wollen wir daher auch von der Querspannung reden, in welche sich an Stamm und Aesten die einander umschalenden Holzmäntel mit der Zeit gegenseitig versetzen und er-

[1] Neubrand, Die Gerbrinde, S. 111.

halten. Von ihrem Vorhandensein kann man sich leicht überzeugen. Man braucht zu diesem Behufe nur Stamm- oder Astquerscheiben in Rinde- und Holzringe aufzulösen und, um wie viel sich ihre Länge verändert hat, entweder direkt (Kraus) oder vielleicht genauer in der von uns angegebenen[1] Weise unter Anwendung von Metallstiften und Säge zu messen.

Denkt man sich nun den Entwicklungsgang eines Baumtheils d. h. eines Stamm- oder Aststücks, so erhellt aus dem bei der Längsspannung Gesagten, dass anfänglich das gepresste Mark auf das umgebende Holz einen gewissen Druck ausüben musste. Jedoch nur vorübergehend bei denjenigen Holzarten deren Mark schon im zweiten Jahr abzustehen und auszutrocknen pflegt. Und ohne grossen Einfluss zu üben bei Buche, Erle, Eiche, wo es zwar viele Jahre am Leben bleibt, jedoch eine allzuunbedeutende Entwicklung zeigt. Bei allen aber in späteren Jahren, wegen Abgelebtseins oder grosser Entwicklung der umgebenden Gewebeschichten, ganz untergeordnet.

Der Holzkörper der sich alle Jahre nach aussen verdickt, ist das vorzugsweise spannende Element. Seine Erweiterung unter der umspannenden Rinde lässt eine, wie wir bald sehen werden, mindestens schwache Pressung des Holzzylinders in radialer Richtung annehmen. Jedenfalls stark ist die Pressung des Holzkörpers in peripherischer, d. h. in der Richtung der Jahresringe. Sie beträgt, abgesehen von der Kraft womit sie bei verschiedenen Holzarten verschieden wirkt, zwischen 1 und 2 % der Länge des Scheibenhalbmessers.[2] Daraus dass ein Ring, aus dem Splint eines Baumes herausgearbeitet, nur um so lebhafter den einseitigen Trennungsschnitt zu schliessen sucht, wenn man den Ring von seiner Rinde befreit hat, lässt sich der Schluss ziehen dass die Spannung des Splints nicht vom einschnürenden Drucke der Rinde herrührt. Dass das peripherische Gepresstsein des jüngern Holzes auch nicht durch Zug oder Druck von Seiten des innern, ältern Holzes (Kerns) verursacht sein kann, wird dürfen aus zwei begleitenden Um-

[1] Technische Eigenschaften der Hölzer, 1860. S. 274.

[2] Daselbst, S. 275.

ständen abgeleitet werden. Dass nämlich nicht durch Zug, aus der Zunahme der Spannung am Schafte hinauf, wo doch das ältere Holz mehr und mehr verschwindet. Und dass nicht durch Druck, weil das ältere und vermöge seines Alters saftleerere Holz ein Bedürfniss zu schwinden, also das umgebende jüngere Holz anzuziehen haben muss, wenn es sich nicht wie ganz alter Kern, gegen seine jüngere Hülle indifferent verhält. Bleibt also vorläufig keine andere Erklärung der im lebensthätigen Holze bestehenden Pressung im Umfang als eine unverhältnissmässige Entwicklung der Breite (umfänglichen)-dimension der Holzzellen gegenüber ihrer Halbmesserdimension.

Einseitig beschädigte und dadurch rindelose Apfelbäume pflegen sich auf der entgegengesetzten, gesunden Seite stark zu verdicken. Oefters ist damit eine knieförmige Krümmung verbunden, so dass die beschädigte Stelle im Innenwinkel des Knies liegt. Rührt diese Erscheinung von einer Streckung der reichlichen Holzschichten der gegenüberliegenden gewölbten Seite des Stammes, so wird sie ebenfalls als eine Folge der Streckung der Holzfasern anzusehen sein.

Gewöhnlich bildet die Rinde nur einen untergeordneten Gürtel an Stamm oder Ast. Am jungen Zweige jedoch schnürt die obschon noch dünne Lederhaut sammt Epidermis den darunter liegenden Holzkörper merklich ein. Denn mit der Ausbildung des letztern ist die Entwicklung der Rinde nicht gleichen Schrittes gegangen und geht es auch später nicht. Die Einschnürung steigert sich ferner mit der Weiterentwicklung des Holzkörpers und Verdickung der bei der Mehrzahl der Holzarten sich ausbildenden Korkschichten der Rinde. Ehe diese der Länge des Trummes nach aufreissen ist für das darunter liegende Holz der grösste Druck, für die Rinde selbst die grösste Dehnung vorhanden.

Ersteres ergibt sich daraus dass bei einer Anzahl Holzarten jeder Längeschnitt, jedes Bersten der Rinde eine Ausbauchung der davon überlagerten Holzringe zur Folge hat (S. 186). Letzteres lehrt die direkte Beobachtung der in der Rinde herrschenden Spannung.

Unterscheiden wir die einzelnen Schichten der Rinde in Bezug auf den Grad ihrer Dehnung, so läge nach Kraus deren Maximum im Parenchym und nähme von diesem aus nach aussen und innen ab, was sich im Allgemeinen aus der spätern Entwicklung von Kork- und Bastschichten erklären mag. Zumal der Bast, der sich z. B. bei der Linde erst später in immer breiterer Masse entwickelt und sich eher in Bündel auflöst als dehnen lässt, ist ganz oder nahezu spannungslos.

Vorstehende Regel modifizirt sich natürlich mit den mannigfachen Wandlungen welche die Rindeschichten verschiedener Baumarten, sowohl in Bezug auf Masseverhältniss als auf Zusammenhang, Saftgehalt und Lebendigbleiben erfahren. Bäume welche bisher eine ziemlich rauhe und daher flechtenbedeckte Rinde trugen, können in Folge von Düngung und Freistellung in wenigen Jahren eine glatte und gespannte dicke Rinde und damit ein anderes Verhältniss von Rinde- und Holzzuwachs bekommen. — Solche Rindeschichten welche durch Adventivkorkbildung in der Tiefe der Rinde ausser Zusammenhang mit dem Baumkörper gekommen sind, sterben ab und erstarren gleichsam mit dem Verlust ihrer Feuchtigkeit.

Bei unsern Betrachtungen ist selbstverständlich gar nicht in Rücksicht genommen die Kraft mit welcher von den einzelnen Geweben der Dehnung Widerstand geleistet wird. So mag sich z. B. das Rindeparenchym als lebensthätigster Theil der Rinde am meisten zusammenziehen, wenn es von der Spannung befreit wird. Die Kraft womit es geschieht, kann aber und wird häufig eine unbedeutende sein. Denn es ist das Parenchym, welches überall wo die Korkschichte zum Platzen kommt, die entstehenden Lücken durch Neubildung von Zellen ausfüllt und eben vermöge seiner Zartheit und Weichheit sich dazu vorzüglich eignet, wie es auch bei der Austrocknung des Holzes nach allen Richtungen ungemein schwindet.

Im jugendlichen Stämmchen wie im Zweige nimmt von der spannungslosen Spitze abwärts die Rindespannung bis zu der Stärke oder dem Zweigalter zu, wo unter den gegebenen Umständen die Rinde aufzureissen pflegt. Mit dem weitern

Wachsthum von Stämmchen oder Ast rückt auch der Ring grösster Spannung aufwärts. Vom Fusse zum Gipfel eines Baumes pflegt sich nach Kraus die Spannung bis zu einem Maximum unter der Krone zu steigern, von welchem aus durch die Beastung viele Auf- und Abschwankungen stattfinden und ein letztes Maximum in einem mehrjährigen Ast erreicht wird.

Ueber der Baumhöhe wo eine Borkeabschuppung beginnt findet sich stets eine höchste Spannung.

Sollte es von Werth sein die Spannungsverhältnisse der Rinde noch näher zu erheben, so wären sie an grossen regelmässig erwachsenen Bäumen mit bei den einen geschlossen bleibender, bei den andern in verschiedener Weise aufreissender oder sich abschuppender Rinde, also etwa an Buche, Tanne, gemeiner Birke, Spitzahorn, Robinie, Eiche, *Betula excelsa*, Steinbuche und Platane zu beobachten und dabei die durch Licht- und Dunkelstellung, auch in Folge der Einfügung von Aesten modifizirten Wachsthumsverhältnisse des Holzkörpers wahrzunehmen.

Merkwürdigerweise haben Sachs und Kraus eine tägliche Periodizität der Gewebespannung nachgewiesen. Diese fällt von früher Morgenstunde bis Mittag oder erste Nachmittagsstunden. Um zwei Uhr pflegt das Minimum einzutreten, von welchem ab sie wieder fortwährend und bis zu einem kleinen Höhepunkt bei Einbruch der Nacht und zu dem Spannungsmaximum in der Frühdämmerung[1] steigt. Diese gesetzmässigen Oszillationen bestehen vom Frühling bis Herbst und selbst in den Winter hinein, bis eigentlicher Frost eintritt, während dessen sie aussetzen.

Als Agentien welche Einfluss haben auf die Gewebespannung, wie sie das Wachsthum geschaffen hat und schafft, werden angeführt:

1) der Wasser(Saft)gehalt, mit dessen Steigen und Sinken die Spannung handgreiflich zu- und abnimmt. Mit Wurzelkraft und Transpiration könne sie, heisst es, desshalb nicht im Zusammenhange stehen, weil abgesägte Aeste in der Luft die Oszillationen der Spannung ebenso beibehalten wie Aeste unter Wasser und entlaubte Bäume im Winter. Es wird für

[1] Botanische Zeitung, 29. Jahrg. 1871. S. 371.

wahrscheinlich gehalten dass mit dem Herabsinken des Saftgehaltes unter ein gewisses Minimum die Gewebethätigkeit stillestehe, und es daher möglich sei dass die tropischen Bäume zur wasserarmen Zeit in Folge einer Trockenstarre zu vegetiren aufhören. Diese Beziehungen oder besser gesagt Nichtbeziehungen der Spannung zur Transpiration überraschen sehr und machen weitere Forschungen besonders erwünscht.

2) Die Temperatur. Sie scheint innerhalb der Grenzen 8° und 30° C. ohne Wirkung zu sein, insofern die tägliche Periodizität nicht Hand in Hand mit dem Gange der Wärme steigt und fällt. Dagegen macht sie sich in ihren Extremen geltend. Bei 40, 50° und mehr dauerten die periodischen Schwankungen noch fort, es litten aber dabei die zum Versuche dienenden Aeste. Unter 7 bis 8° C. lässt die Spannung rasch nach, denn bei 1 bis 3° C. sind zu beliebiger Tageszeit die Gewebe absolut spannungslos. Sie beginnen ihre Thätigkeit erst wieder mit 6 bis 8°. Unter 1 bis 3° wird eine Kältestarre angenommen, bei welcher der Baum mit Ausnahme wärmerer Wintertage stehen bleibt. Ob wegen des Ausbleibens der täglichen Periodizität der Ausdruck Kältestarre berechtigt sei, lassen wir dahingestellt. Bleibt uns ja sonst für das Gefrorensein der Gewebe kein andres Wort übrig. Sodann steht die Spannung des Holzgewebes auch unter 0° durchaus nicht still, sinkt vielmehr selbst unter Null in dem Sinne herab dass sie nicht nur aufhört, sondern in Zusammenziehung umschlägt und dadurch die sogenannten Frostrisse herbeiführt. Die Thatsache der Zusammenziehung der Stämme bei Kälte, von Duhamel[1] mit aller Schärfe nachgewiesen, haben Th. Hartig[2] und endlich Caspary[3] wiederentdeckt. Aus des Ersten Beobachtungen erhellt, dass die Zusammenziehung in ungefährem Verhältnisse zum Kältegrade zunimmt. So dass eine Unempfindlichkeit, ein Fühlloswerden der Gewebe mit dem Herabsinken der Temperatur unter eine gewisse Grenze kaum anzunehmen.

[1] Exploitation des bois, I. S. 23 oder Kritische Blätter, 42. Bd. II. S. 139.

[2] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1849. S. 120.

[3] Botanische Zeitung, 15. Jahrg. 1857. S. 345.

3) Das Licht. Mehrere Umstände bestätigen den Satz dass die Spannungstärke im umgekehrten Verhältnisse zur Beleuchtung steht. Denn Mittags ist sie am geringsten. Wenn man gegen dieselbe Tageszeit einen Ast in Dunkelheit bringt, so erreicht er in ein paar Stunden die nächtliche Spannung, verliert sie jedoch im Licht in einigen weitern Stunden, um gegen Abend die gewöhnliche Spannung wieder zu gewinnen. Nichtsdestoweniger ist die Spannung für die Dauer an den Einfluss von Licht gebunden, insofern Aeste die man mehr als einen Tag im Dunkeln zubringen lässt, ihre periodischen Spannungen verlieren und in „Dunkelstarre“ verfallen.

Nun besitzen aber die Gewächse nach Sachs neben der grossen vom Tage zur Nacht sich geltend machenden Spannungsperiode noch kleine Schwankungen von kurzer Dauer, die man nur im Dunkeln, also wenn der stärkere verdeckende Tageseinfluss ferne gehalten wird, beobachten kann und welche als ganz unabhängig von äussern Umständen betrachtet werden. —

Einseitig einfallendes Licht hat eine stärkere Entwicklung und wirklich grössere Länge der beschatteten Seite zur Folge, [1] woraus sich die Gewohnheit der Pflanzen, insbesondere auch der Traufbäume erklärte, nach dem Lichte zu wachsen. Nach Hofmeister [2] ist aber die Förderung der Massezunahme an der intensivst beleuchteten Seite des wachsenden Theils der weitaus verbreitetere.

Die Breite des Holzrings (Dicke des Holzmantels) welchen der Baum alljährlich auflegt, bildet die Grundlage des körperlichen Wachsthumes der Bäume. Von besonderem Werth ist daher die Kenntniss der auf den Holzmantel **Einfluss übenden Umstände.**

Die Entwicklung einer Holzart steht nicht in geradem Verhältnisse zu den klimatischen Faktoren einer Gegend, Wärme, Feuchtigkeit, Luftströmungen. Vielmehr regelt sich das Gedeihen des Baumes, soweit er geographisch verbreitet

1 Botanische Zeitung, 19. Jahrg. 1867. S. 132.

2 Allgemeine Morphologie der Gewächse, 1868. S. 626.

ist, vorzugsweise nach der Güte und Lockerheit des Bodens, wobei die Sonderbedürfnisse des Baumes, wie feuchter Grund für Erle, trockener oder mittelfeuchter für gemeine Föhre u. drgl., in Betracht kommen. Gegen die Grenze ihres Verbreitungsgebiets pflegen die Bäume rasch der Kümmerlichkeit zu verfallen. Solches in horizontaler wie in vertikaler Richtung. Nur in relativ bescheidenem Masse macht sich innerhalb des gegebenen Rahmens der Unterschied in den klimatischen Faktoren Wärme, Feuchtigkeit und Luftruhe geltend. Bemerkbar ist er jedoch immerhin. Wo sie gleichzeitig zunehmen steigert sich auch die Holzentwicklung und die Dichtheit des entstehenden Holzes. So entwickelt sich die Eiche in Süddeutschland und auf der Südseite der Alpen weit lebhafter und dichter im Holz als in Norddeutschland. Fichte und Föhre erwachsen bei uns weit breitringiger als in Schweden und im nördlichen Russland, obgleich in diesen Ländern die Länge der Sommertage einigen Ersatz für die Kürze des Sommers leistet. Silberpappel und Taxus scheinen ihre höchste Entwicklung in Oberitalien zu nehmen. Weiter hinab steht ihnen Trockenheit im Wege. So weit sie noch weiter südlich, wenn auch langsam wachsen, ist wenigstens ihr Holz fester als mehr gegen Norden entstandenes. (Sale von Korsika, *Rhus cotinus* aus Algier.)

Freier Stand der Bäume bringt breitere und unter sich gleichmässigere Holzringe mit sich. Die klimatische Gunst oder Ungunst der einzelnen Jahre macht sich an ihnen kaum sichtbar. Es mag davon herrühren dass sie bei unbeschränkter Wurzel- und Blätterthätigkeit stets einen grossen Vorrath von Nahrungsstoffen aufspeichern können.

Bäume welche, bisher im Schluss erwachsen, plötzlich frei gestellt worden sind, erbreitern ihre Holzringe alsbald, d. h. schon im nächsten Jahr. In den darauf folgenden Jahren kann noch eine Steigerung eintreten. Da die Breitezunahme sich einstellt ehe die Blattmenge sich vermehren konnte, ja öfters solange diese in Folge des raschen Uebergangs zur lichten Stellung kümmert, kann sie nicht in Verbindung gebracht werden mit entsprechender Vermehrung der Blättermenge.

Die breiten Holzringe pflegen anzuhalten, so lange die Freistellung dauert, besonders an Bäumen welche mit schwachem Schafte frei zu stehen kamen.

Die nachweisbare lange Folge breiter Ringe bei freigestellten Bäumen lässt die Annahme (Th. Hartig, I. S. 105) unzulässig erscheinen, dass die Ringsteigerung nur auf vorübergehender Verarbeitung zur Zeit des Dunkelstandes nicht zur Verwendung gekommener Wurzelnahrungsstoffe beruhe.

Nur bei jungen Fichten, die freilich, als sie von überschirmendem Föhrenoberholze befreit wurden, im Dickicht standen und daher sich unter einander vielfach beeinflussten, schienen uns Abweichungen von der Regel vorzukommen welche noch näher zu erheben sind.

Es gibt jedoch auch vereinzelt stehende Bäume mit sehr unregelmässigem wellenförmigen Holzringverlaufe. Zu Stuttgart, am alten Folterthurm, auf einem Rebhügel mit strengem Keupermergel, stand eine als langer kahl- und glattschäftiger, regelmässig aber noch hoch bekronter Baum jedermann bekannte etwa 120jährige und am Fusse nur 32 Zentimeter dicke Fichte. Sie schien in vierzig Jahren weder an Länge noch an Dicke, noch an der Krone, sich verändert zu haben. Ende August 1872 gefällt ergab sie in der That für die angegebene Zeit sowohl am Fuss als am obern Schaft einen ausserordentlich schmalen Zuwachs. Ausserdem waren die Holzringe besonders am Fuss in Breite und Verlauf sehr wechselnd und selbst die einzelnen auf verschiedenen Baumseiten von äusserst unbeständiger Breite und Form. Wir werden wohl annehmen müssen dass das Behackt- und Bedüngtwerden des trockenen Weinberges worin der Baum wurzelte, in Verbindung mit mancher Wurzelverletzung, den grossen Wechsel im Bau der Holzringe verursacht habe. Da in der angegebenen langen Zeit notorisch niemand den hohen, sicherlich in frühern Zeiten geästeten kahlen Schaft erklommen hat, um Aeste abzusägen, bleibt uns keine andere Erklärung übrig. Andere interessante Vergleichungen des Verlaufes der Ringe unter der Krone und am Fusse verbot eben die ausserordentliche Schmalheit und Inkonstanz derselben.

Im Gegensatze zum vorstehenden Verhalten freistehender oder freigestellter bilden im Drange des Waldes erwachsende Bäume schmale in ihrer Breite stark wechselnde Holzringe. Einzelne unter ihnen können ein Vielfaches oder nur einen kleinen Bruchtheil ihrer nachbarlichen Ringe betragen.

Man muss diese Abweichungen wohl mit der Natur der Witterung der entsprechenden Jahre in Verbindung bringen.

Erst in neuerer Zeit wieder[1] ist verlangt worden dass der „höchst wahrscheinliche“ Zusammenhang zwischen den Witterungsverhältnissen und der entsprechenden Holzschichte jedes Jahres erforscht werde. Es ist jedoch schwer, einen direkten Zusammenhang nachzuweisen.

Dass ein feuchtwarmes Jahr die Entwicklung der Bäume begünstigen, ein dürres ihr hinderlich sein muss, dürfen wir wohl annehmen. Im erstern können ja nach dem Frühern keimende Holzpflänzchen die doppelte Länge von derjenigen erreichen welche sie in trockenen Jahrgängen erlangen. Auch weist Th. Hartig an Weymouthsföhre in dem für seine Gegend besonders trockenen Jahr 1868 namhafte Ringschmälerung nach. Man sollte darum meinen feuchtwarme Sommer werden allgemein breite, heisstrockene schmale Jahresringe nach sich ziehen. Solches bestätigt sich aber unvollkommen. Die heisstrockenen Sommer 1834, 1842, sowie 1857, 1858 und 1859 sprechen sich nur einigermassen durch Schmalheit aus. Allerdings finden wir an mehreren Holzarten z. B. der Buche manchmal die Ringe von 1834 und 1835, ebenso 1842 und 1843, auch wohl 1844 ziemlich schmal. Aber häufig findet man sie auch nicht schmäler, mit Ausnahme vom 1858er[2] Ring, der überall ausgezeichnet unbedeutend ist. Freilich fällt das Hauptwachsthum unserer Bäume in die Monate Mai, Juni und Juli. Trockenhitze welche erst mit Juli oder wie 1865 noch später beginnt, wird daher ohne Einfluss sein. Um so mehr vielleicht, wenn die Bäume im vorhergegangenen Winter und Frühling sich reichlich mit Wasser, vermittelst dessen das erste Austreiben erfolgt, versehen konnten. Sodann greifen andere

[1] Pokorny in Botanische Zeitung, 27. Jahrg. 1869. S. 746.

[2] Zufällig hat Vonhausen seine Beobachtungen über Dickezunahme der Bäume im Laufe der Vegetationsperiode in den Jahren 1857 und 1858 angestellt. Er weist hinsichtlich der besondern Schmalheit der Holzringe des letztern Jahrganges auf die ungewöhnliche Wintertrockenheit des Bodens von 1857 auf 1858 hin. Es scheint in der That wünschenswerth unter Berücksichtigung der sonstigen genannten Einflüsse eine Vergleichung aller schmalen Ringe mit den vorausgegangenen trockenen Wintern anzustellen.

Momente ein. Bei Eiche, Ahorn, Buche Maikäferfrass. Bei Eiche und Buche auch Frost, indem er einen Theil der Krone weil nicht vollständig ausgereift zum Abstehen bringt, oder durch Tödtung der jungen Blätter im Frühling. Vermuthlich wirkt nebenbei auch der Nahrungsvorrath mit, den der Baum vom vorhergehenden Jahre her enthält. Dass jedoch ein einzelnes Jahr für den darauffolgenden Ring unter Umständen einen sehr massgebenden Einfluss nicht hat, erhellt aus dem Verhalten der Ringe nach bekannten Beschädigungen (s. S. 168). Auch deutet darauf nicht hin dass Th. Hartig [1] sagt Johannistriebe und selbst Herbsttriebe, weil nur von ganz partiellem Einfluss auf den Gipfel der Zweige, stören den nächstjährigen Holzring nicht.

Wigand [2] lässt den Holzring bei Tag stärker wachsen als bei Nacht.

Das Erfrieren und Faulen der Wurzeln oder des Holzkörpers der Bäume hat mangelhaften Wasser- und Nahrungszufluss von der Wurzel her und vom Holze des Stammes zum neuen Holzringe zur Folge. Nicht bloss der nächstfolgende, sondern eine Anzahl nächstfolgender Ringe können dadurch auf ein sehr bescheidenes Mass zurückgeführt werden, bis sich die verlorengegangenen Organe wieder ersetzt haben.

Auch das Erfrieren des Laubes beeinträchtigt die Holzbildung. Bei immergrünen Laub- und bei Nadelhölzern pflegen nur die eben im Triebe begriffenen jungen Blätter Noth zu leiden. Da aber die ältern ihre Thätigkeit fortsetzen und sogar steigern, erleidet hier die Breite des Jahresrings eine wesentliche Schmälerung nicht. Wenig beeinträchtigt wird sie ferner bei Holzarten die nach Art der Eiche die beschädigte erste Blättergeneration durch einen Johannistrieb vermehren oder ersetzen.

Weit merklicher ist der Schaden bei Entblätterung durch Kerfe.

Diejenige an freistehenden Eichen durch Maikäfer erkennt

[1] Botanische Zeitung, 1859. S. 111.

[2] Der Baum, S. 232.

man oft auf Jahrzehnte zurück an besonderer Schmalheit der Ringe. Die hiesigen dem Felde nicht fernstehenden Eichen zeigen den Maikäferjahren entsprechend in die Augen fallende Schmalheit der Holzringe von 1872, 1869 u. s. w. zurück bis Mitte vorigen Jahrhunderts.

Dabei ist eines auffallend. Man sollte nämlich meinen die erste auf den schmalen Maikäferring folgende Zone müsse noch schmäler sein als die zweite. Denn im Maikäferjahr muss sich der Baum Behufs des bei Eiche, Aspe etc. oft sehr bedeutenden Blätternachtriebes an Reservenahrung merklich erschöpfen und sollte somit auch im folgenden oder den folgenden Jahren die normale Holzanlage noch nicht wieder bewirken können. Allein nicht bloss dem Ansehen nach ist der auf die Maikäferentblätterung folgende erste Ring nicht breiter als der zweite, sondern auch der Fläche nach sind diese beiden wenig verschieden. So z. B. war im Mittel von drei Maikäferperioden an einer Eiche das Flächeverhältniss der drei Ringe zu einander 10 : 31 : 33.

Die häufige Entlaubung des Spindelbaums *(Evonymus)* spricht sich durch ebensoviele schmale Ringchen und Unregelmässigkeit in der ganzen Ringbildung aus. Entblätterung eines einzelnen Astes schränkt dessen Holzbildung ein, wie die Entlaubung des Maulbeerbaumes durch Menschenhand diejenige des ganzen Maulbeerbaumes.

Abhauen von Zweigen oder Aesten, das mehr wegnimmt als etwa ein Viertel bis ein Drittel der Blättermenge, wirkt auf die Holzbildung des Stammes wie eine entsprechende Entlaubung, und schwächt die Ringbreite am untern Schaft. Auch in der Krone kann dabei die Ringbreite geschmälert werden (Fichte). Sie kann dort aber auch gleich bleiben (Tanne) oder in Folge der Konzentration und Steigerung der Blätterthätigkeit bedeutend zunehmen und unter Umständen selbst das Fünfzigfache von der verschwindenden Breite am Unterschaft erreichen (Föhre und Lärche).[1] Die Beseitigung unbedeutender, zumal unterer Aeste verspürt der Holzring kaum. An einem Buchenvorwuchsstängchen in einem ältern Föhrenbestand steigerte sich sogleich nach der Aestung die Ringbreite höher als sie in dem Stängchen je vorher gewesen.

[1] Kritische Blätter, 43. Bd. II. S. 246 und 46. Bd. II. H. S. 79.

Bei starker Entästung kann der zunächst folgende Ring am untern Schafte[1] grossentheils oder ganz ausbleiben, oder lässt er sich nur mit der Lupe erkennen. Solches ohnediess wenn die Entästung eine vollständige gewesen. Ausnahmweise stellt sich die Schmalheit der Ringe in Folge von nicht exzessiver Aestung erst im zweiten oder dritten Jahr recht deutlich ein.[2] Die Verhältnisse unter denen es geschieht, sind noch näher zu ermitteln.

Irrthümlich und als Irrthum auch von R. Hartig (a. a. O. S. 249) anerkannt ist die Angabe Th. Hartigs (Forst- u. Jagdzeitung, 1856. S. 365 und Lehrbuch f. Förster, 1861. I. S. 339) dass nach Entblätterung regelmässig zunächst mit Hilfe der im Baume steckenden Reservestoffe noch ein normaler Ring zu entstehen und die Schmälerung erst im zweiten Jahr einzutreten pflege, worauf die Ringe allmählich wieder zur normalen Breite zurückkehrten.

Normale oder noch stärkere Breite des auf starke Entästung folgenden Ringes scheint uns nur im unverletzten Gipfel möglich.

Nach dem Vorstehenden findet ohne Blätterthätigkeit keine Holzbildung statt. Ueberall dagegen wo Blätter thätig sind, entsteht Holz. Ob es aber zu einem vollständigen Holzringe hinreicht, ist eine andere Frage. Man kann daher in manchen Fällen zwar nicht von einem vollständigen, sondern nur von einem in einzelnen Theilen der Holzpflanze zu beobachtenden Fehlen von Holzringen sprechen. Der Fall dass das kümmerlich erzeugte Holz kaum oder gar nicht bis zum Fusse des Holzgewächses herabreicht, findet sich nicht selten. So an Stämmchen welche, wie öfters in Gärten und aus Spielerei geschieht, fortdauernd bis zum Gipfel ausgeschneidelt werden. Ebenso am Grunde der langen seitenzweiglosen Aeste der sogenannten Schlangenfichte, welche 13 lange Schosse, aber im Innern bloss 8 Ringe zeigen können. Sodann an 10- bis 20jährige Fichtenpflanzen die auf alten Biermanns'schen Saatbeeten oder in Saatdickichten äusserst gedrängt erwachsen mussten. Auch an verbutteten Individuen verschiedener Holz-

[1] A. a. O. S. 78.

[2] A. a. O. 43. Bd. II. H. S. 250 u. 251 (Tanne), und R. Hartig in Danckelmanns Zeitschrift, 4. Bd. S. 252.

art, erwachsen an Waldträufen die dem Widerschein unterworfen sind. Ihnen fehlen im Fuss ein Theil der Holzlagen ringsum oder nur einseitig, so dass ihr Querschnitt sich ansieht wie eine exzentrisch erwachsene Wurzel. Gegen oben im Stämmchen finden sich natürlich die fehlenden Ringchen da oder dort, denn einem Längewuchs entspricht natürlich stets auch ein Dickewachsthum.

Da nur unterdrückte Pflanzen die angegebene Erscheinung zeigen und dieselben beim natürlichen Gange der Entwicklung des Waldes von dem herrschenden Bestand überwachsen oder bei Gelegenheit der Durchforstungen herausgehauen werden, hat das geschilderte partielle Fehlen von Ringen selten eine forstliche Bedeutung.

Ob es in einem und demselben Jahre zwei Ringe, sogenannte Doppelringe, geben könne, ist immer noch Gegenstand des Streites. Vornweg darf behauptet werden dass wenn sie vorkommen, ihr Vorkommen jedenfalls selten sein muss. Denn man findet, wie S. 168 ersehen, einzelne historische Ringbeschädigungen durch Frost und andere Umstände auf halbe Jahrhunderte zurück in vollständiger Uebereinstimmung mit ihrem Datum. Indessen stösst man öfters in jungen Stämmchen und Aesten auf Ringe welche man auf den ersten Anblick ebenso gut für Doppelringe als für schmale Einzelnringe halten kann. Erinnert man sich dabei verschiedener Angaben z. B. H. Cotta's,[1] wonach Entblätterungen durch Kerfe oder Fröste einen massgebenden Einfluss auf die Ringbreite und die Unterbrechung der Vegetation durch grosse Sommerdürre und Wiedererwachen derselben gegen das Ende der Entwicklungsperiode auf Bildung zweier Ringe haben, so ist man geneigt Doppelringe anzunehmen. Dagegen bestreitet Th. Hartig[2] die Existenz von Doppelringen d. h. von zwei normalen Ringen in demselben Jahre. Unter normalen Zonen solche verstanden welche nicht als unächte erkannt werden können. Sehr täuschende falsche Ringe dieser Art finden sich zu-

[1] Naturbeobachtungen, S. 74.

[2] Kritische Blätter, 42. Bd. II. H. S. 77.

weilen an Nadelhölzern, z. B. Fichten, Föhren und Lärchen aus den Jahren 1846[1], 1847 und 1857. Macht man jedoch davon mit scharfem Messer einen dünnen Querschnitt, so zeigt sich ein allmählicherer Uebergang des dichtern Holzes zum nachfolgenden schwammigern als vom Herbst- zum Frühlingsholze des folgenden Jahres. Sodann verschwindet ihre Grenze öfters auf einer Seite des Querschnitts oder in höheren Schichten des Baumes.

Auch bei Laubhölzern, z. B. der Buche, sind, wenn der Baum Kerfebeschädigungen, wie des Maikäfers, ausgesetzt ist, sekundäre Zonen nicht selten. Sie erwecken ebenfalls öfters starken Zweifel ob man es dabei nicht mit eigentlichen Ringen zu thun habe, erweisen sich aber als was sie sind, dadurch dass sie stellenweise verschwinden. Mit Vorstehendem stimmt überein dass Ratzeburg[2] sagt die Doppelringe stellen sich öfter nach Kerfefrass als nach Frost ein. Dieser kennzeichnet sich häufig im Jahresringe durch eine Linie parenchymatosen Gewebes, begleitet von verstärkter Markstrahlenentwicklung, beide allzusehr auf eine Störung der Holzbildung hinweisend, als dass man sie für den Beginn eines eigenen Ringes ansehen sollte.

Sehr nahe liegt die Annahme dass der zweite, der Johannistrieb, sei er bei einer Holzart eine regelmässige Erscheinung oder durch eine Entblätterung, Verstümmelung oder ungewöhnliche Witterung herbeigeführt, einen sekundären Ring im Gefolge habe. Es trifft diess aber keineswegs zu. Die Eiche im Niederwald bildet trotz der hier so häufigen Doppel- ja dreifachen Schosse nur eine Holzzone. Ebenso nach Maikäferentblätterung des Hochwaldbaumes. Nicht einmal in den Zweigen selbst, die sich durch den Johannistrieb verlängert haben, trifft man bei Eiche oder andern Laubhölzern einen Doppelring.

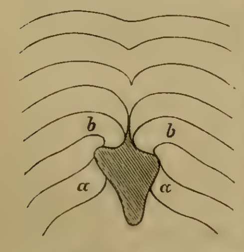
Bei Kirschbaum und Liguster bemerkt man sehr häufig mehrere leichte Unterbrechungen im Verlaufe der Jahresringe.

[1] Auch Unger bemerkte diese (Botanische Zeitung, 5. Jahrg. 1847. S. 266).

[2] Waldverderbniss, II. S. 109.

Die Grenze dieser sekundären Zonen pflegt auf zwei Drittel der Breite des Hauptringes zu fallen. In den dem Liguster verwandten Forsythien endlich bilden sich gegen den Umfang der Jahresringe häufig entschiedene sekundäre Ringe aus, die man nur durch ihre Stellung als solche zu erkennen vermag. Eine Erklärung derselben ist erst aufzusuchen.

Die Form der Jahresringe ist schon oben S. 9 und folg. besprochen worden. In Bezug auf die vorstehend aufgezählten die Breite des Holzmantels beeinflussenden Momente ist zu bemerken dass wenn sie nicht allmählich, sondern plötzlich eingreifen, wie z. B. Aufästungen und Fröste, die Aenderung in der Breite auch mit Unregelmässigkeiten im Verlaufe des Holzrings verbunden zu sein pflegt. Beim Uebergange häufig die schon früher angeführte rothe Gewebslinie. Sie setzt sich manchmal von der verletzten Stelle seitlich noch in die regelmässigen Theile des Holzkörpers fort (Buchenbeschädigung durch Quetschung) oder wiederholt sich zwei Jahre hinter einander (Tannenaufästung). Beide Anzeichen erlauben meist leicht das Jahr zu bestimmen in welchem dieses oder jenes Elementarereigniss erfolgte. Verletzungen des Holzkörpers z. B. durch Aufästung hinterlassen durch den mit der Ueberwallung verbundenen veränderten Verlauf der Holzringe (Fig., a und b) einen bequemen Anhaltspunkt zur nachträglichen Ermittlung des betreffenden Jahres.



Aus dem Gesagten geht hervor dass sich, Fälle sehr engen Standes abgerechnet, welche sich auch durch Unregelmässigkeit im Ringverlaufe bemerklich machen, mit Zuversicht aus der Zahl vorhandener Holzringe auf die Zahl Jahre schliessen lässt welche der Baum durchlebt hat. Schon Linné (Reise durch Oeland und Gothland, 1750) und vor ihm Duhamel zählten an der Hand der Holzringe zurück zum Schaden welchen in den Bäumen des vorigen Jahrhunderts der kalte Winter 1708—9 angerichtet hatte. Noch früher und zwar in Montaigne's Reise durch Italien, 1581, stossen wir auf die

Angabe dass die Thatsache bereits damals bei den Holzarbeitern gekannt gewesen. Vielleicht darf sogar angenommen werden dass die Jahresringe als Massstab für das Alter der Bäume den alten Griechen bekannt waren. Liegt es doch so gar nahe, wenn ein dicker Stamm viele, ein dünner weniger Jahresringe beim Hiebe zeigt, ebenso beim Pfropfen mit ein-, zwei- oder dreijährigem Holze, die Beziehung zwischen Alter und Holzzonen zu errathen.

Die Erörterung des Baumwachsthums nach Höhe und Dicke macht einige Vorbetrachtungen nöthig.

Der Baum ist ein organisches Wesen. Die relative Entwicklung seiner Theile unterliegt keinen starren Gesetzen wie die unorganischen Gebilde. Desshalb fragt es sich zunächst ob Höhe- und Stärkewuchs des Baumes immer Hand in Hand mit einander gehen. Für ganz freistehende Bäume und unter gewöhnlichen Verhältnissen wird solches der Fall sein. Wenigstens liegt uns keine gegentheilige Beobachtung vor. Aber schon bei solchen die halbfrei stehen, sind uns Fälle [1] bekannt wo ein Sommer auffallend lange Jahresschosse hervorrief, ohne entsprechend breiten Holzring des Schaftes. Sodann weist R. Hartig [2] in Bezug auf geschlossen stehende Weymouthsföhren normale Schosslänge bei namhaft schwächerer Ringbreite nach.

In Folge von Kronenbeschädigungen ist mangelnde Uebereinstimmung von Schosslänge und Ringbreite nicht selten. Ratzeburg [3] spricht von einem längsten Schoss bei schmälstem Jahresringe nach Entblätterung durch eine Raupe. Aehnlich wirkt stärkere Aufästung. Nach solcher kann sich die Schosslänge etwas steigern [4], oder auch gleich bleiben [5] oder namhaft sinken [6]. Noch einleuchtender ist die Steigerung des Längetriebes durch Ausbrechen oder Abzwicken seitlicher Knospen.

[1] Kritische Blätter, 47. Bd. II. Hft. S. 43 u. 50.

[2] A. a. O. S. 251 u. 252.

[3] Waldverderbniss, II. S. 298.

[4] R. Hartig in Danckelmanns Zeitschrift, IV. 1872. S. 252 (Weymouthsföhre).

[5] Kritische Blätter, 46. II. Hft. S. 81 (gemeine Föhre).

[6] Daselbst, S. 87 und 49. Bd. I. Hft. S. 55 (Fichte).

So bei der gemeinen Föhre, welche unter diesen Umständen ihrem Drange nach oben oft durch Schoss und Nachschoss genügt und selbst dann gern Nachschosse bildet, wenn sie, ihres Gipfels beraubt, den auf die Verstümmelung folgenden Hauptschoss hatte durch Entwicklung einer Scheideknospe bewirken müssen. Auch die Bäume welche der „Waldgärtner" zugeschnitten hat, zeigen nicht selten erhöhten Längetrieb. Tanne und Fichte (Frostbeschädigung) verhalten sich hier gleich der Föhre. Ueber Laubhölzer scheinen betreffende Angaben noch zu fehlen. Davon dass in Folge von Lichtstellung bisher geschlossen stehender Bäume der Jahresring sich im Allgemeinen sehr verdickt, während der Höhetrieb auf ein Minimum herabsinkt, wird später die Rede sein.

Wir müssen desshalb das Wachsthum nach beiden angegebenen Dimensionen der Höhe und Dicke getrennt halten.

Die gewöhnliche Richtung des Stammes gegen Stürme geschützt freistehender Bäume ist die senkrechte. Wer alle Wachsthumserscheinungen welche mit ihr zusammenfallen und vom Gewächs auch im dunkeln Raum eingehalten werden, der Schwerkraft zuschreibt, muss dieser auch das Senkrechtemporwachsen des Baumes zuschreiben und wird den Lichtreiz nur als förderndes oder modifizirendes Agens gelten lassen. Es liegt nicht im Plan unseres Buches auf die Erklärung der Thatsachen näher einzugehen. Indessen finden wir in derselben stets ein Räthsel. Einmal die Nothwendigkeit neben dem positiven auch einen negativen Geotropismus anzunehmen. Ein solcher setzt doch eine organische, der Anziehungskraft der Erde gerad entgegengesetzt wirkende Eigenschaft der Holzgewächse voraus.

Merkwürdig auch dass das Licht so häufig die Veranlassung zu Abweichungen von der Lothlinie wird, wie z. B. an Gebüschen die sich mit ihren Schossen nach allen Seiten des Horizonts konkav oder konvex ausbiegen, während andererseits der freistehende einfache Stamm sich gewöhnlich senkrecht erhebt, wie wenn die Sonne als Lichtquelle nicht seitlich, sondern im Zenith läge.

Nach Th. Hartig lässt bei der Arve der Höhewuchs vom ersten zu den nächstfolgenden Jahren bedeutend nach, wohl im Zusammenhange mit der beginnenden wenn auch schwachen Verzweigung. Im Allgemeinen ist der Höhetrieb am lebhaftesten in der spätern Jugend der Bäume, d. h. etwa zwischen 10 und 30 Jahren, innerhalb dieses Rahmens früher oder später, je nach der Holzart und der Gunst des Standorts. Die angegebene Periode macht sich besonders dadurch bemerklich dass in ihr selbst Holzarten Gipfelnachschosse machen, welche sonst keine Neigung zu solchen haben.

Es ist wahrscheinlich dass das geographische Klima von Einfluss ist auf den Längewuchs. Die italienische Eiche ist geradästig und nicht vergleichbar in ihrem Ansehen der knorrigästigen deutschen Eiche. Diese ist in den südlichen Landstrichen, z. B. Schwaben, viel langschäftiger als in Norddeutschland. An Nadelhölzern werden als in den südöstlichen Provinzen Oesterreichs von riesenhafter Länge und verhältnissmässig geringer Stärke wachsend Tannen und Fichten angeführt[1] (letztere auf 60 bis 66^{m} Länge mit nur 95 bis 110^{z} Durchmesser in Brusthöhe) und waren solche in der That auf der Wiener Ausstellung zu sehen. Ob auch die bedeutende Höhe der grössern Forste Frankreichs, z. B. 40^{m} Länge der Buchen und Eichen von Villers-Cotterets theilweise dem mildern Klima zuzuschreiben, wissen wir nicht.

Nun wird aber andererseits schon seit fast 200 Jahren ausserordentliche Schlankheit des Stammes als Eigenthümlichkeit der Föhren Skandinaviens und Russlands gerühmt. v. Berg schildert[2] ihre, wie er richtig bemerkt, mehr an die der Fichte erinnernde schmale Krone (Fig. S. 176), ihre dünne glatte Rinde und kurze straffe Benadelung. Auch die Fichte zeigt im höchsten Norden einen entsprechend schmal bewaldeten Stamm. Nach v. Berg's Zahlen zu schliessen kann sich aber die Höhe selbst sehr alter nordischer Bäume der beiden in

[1] J. Wessely, Ein Kommentar über Oesterreichs Waldschätze. Wien 1867, Hof- und Staatsdruckerei. S. 16.

[2] Tharandter Jahrbuch, 13. Bd. 1859. S. 77 u. 83.

Rede stehenden Holzarten mit der der unsrigen in Mitteleuropa nicht messen. Auch das jugendliche Höhewachsthum von



Föhren des Nordens lassen seine Angaben[1] mässig erscheinen. So betrug die Länge der letzten drei Jahrestriebe acht- bis zwölfjähriger Stämmchen unter 60° Breite in Skandinavien 36 bis 63^{z}. Die nächste beste Messung an achtjährigen hiesigen Föhren auf gutem Boden weist 31 bis 44^{z} aus. Darum sagt auch v. Berg[2] eine Abnahme des Höhewuchses von Föhre, Fichte, Birke und Aspe scheine ihm in Schweden erst zwischen dem 60. und 61° n. Br. einzutreten. Dort fangen Beastung und Nadeln an kürzer zu werden und die Zweige sitzen gedrängter. Auch Martins und Bravais[3] fanden an 47 bis 119 Ringe zählenden Föhrenmasten auf den Holzstapelplätzen zu Pello und Geffle durchschnittlich 21^{z} jährlichen Höhewuchs, eine immerhin noch erhebliche Grösse, während nach Denselben die Föhren in der Umgebung von Bosekop etwa unter dem 70° n. Br. seit Mannesdenken nicht in die Höhe wuchsen, so dass ihre gewöhnliche Höhe nur 5 bis 10^{m} ist. Sie kommen daher zu demselben Schluss und glauben dass erst gegen den 70° hin der Höhewuchs der Föhre bemerklich nachlasse. Der überraschende vorwiegende Höhewuchs und die auffallende Schmalheit der Baumkrone im Norden, wie auch der lichte Stand der dortigen Wälder, wären also mehr eine Folge seitliches Wachsthum hindernder als Höhewuchs fördernder Umstände.

Der Einfluss der Höhelage auf Längewuchs ist nicht minder schwierig festzustellen. Es scheint jedoch aus dem

[1] Tharandter Jahrbuch, 11. Bd. S. 13.

[2] Kritische Blätter, 51. Bd. I. Heft. S. 101.

[3] Recherches sur la croissance du pin sylvestre dans le nord, p. 30.

häufigen Kürzerbleiben der Fichte beim Aufsteigen im Hochgebirge sowie aus der Raschheit womit die Arve im Tiefland erwächst, ein Abnehmen des Höhewuchses mit der Gebirgshöhe zu folgen.

Von augenfällig grösstem Einfluss darauf ist die Natur des Bodens. Die Föhre z. B., in günstigem Erdreiche wurzelnd, erreicht 40^{m} Höhe. Nebenan bleibt sie auf magerem Grunde 4^{m} hoch und vermögen sie weder Aufästungen noch seitliche Beschattung wesentlich in die Höhe zu treiben.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen dagegen befördert den Höhewuchs in hohem Masse Umschlossensein von andern Bäumen oder Stand in einer Bodenvertiefung. In Klingen, ebenso in Nordhängen, finden wir in der That das längste Holz. Offenbar strebt der ringsum eingeschlossene Baum um so lebhafter nach dem von oben einfallenden Licht. Obstbäume welche an einer steilen Nordhalde stehen oder gegen Süden durch eine Gruppe astreicher Fichten am Lichtgenusse gehindert sind, wachsen desshalb von dunkler Bergwand oder beschattenden Fichten weg in nördlicher Richtung, von wo für sie die grösste Menge, wenn auch zerstreuten, Lichtes kommt. Wäre dem nicht so, dann würden die Traufbäume auf Ost- und auf Nordseiten des Waldes nicht nach Ost und nach Norden streben, sondern sämmtlich eine südliche Richtung annehmen. Selbst die Krone der freistehenden Bäume könnte sich nicht wie gewöhnlich symmetrisch, zuweilen sogar sehr regelmässig kuglig gestalten. — Dass auch ganz junge Pflanzen, um sich der Dunkelheit des anstossenden Bestandes, oder im Topf im Zimmer gesäet dessen minderer Beleuchtung zu entziehen, nach der Richtung des Lichtes sich fast zu Boden legen (Fichte, Birke) ist bekannt, wie auch der Bonnetsche Versuch mit Bohnen welche, im Keller stehend, sich abwechselnd bei Tage dem Kellerloch mehr zuneigten, als bei Nacht. Die Gewalt mit der Wandspaliere öfters von der ihnen zur Grundlage dienenden Mauer sich abwendend starke eiserne Haken sprengen, überraschte schon Duhamel.

Welche Rolle bei all diesen Erscheinungen, insbesondere

denjenigen wo nicht blos einzelne Aeste, sondern deren Gesammtheit und der Stamm selbst sich von der Dunkelheit abwenden, die Gewebespannung (SS. 149 u. 157) und Schwerkraft spielen, müssen wir vorläufig unbeantwortet lassen.

Duhamel [1] erzählt dass bei ihm eine zwischen Zypressen stehende immergrüne Eiche, um deren Höhe zu erreichen, in einem Jahr einen Schoss von 1^m,3 Länge getrieben, jedoch nach Erreichung des freien Raumes alsbald den Höhewuchs eingestellt habe, um nur in die Breite zu wachsen. In dieser Angabe ist sozusagen das ganze den Höhewuchs freigestellter Bäume regelnde Gesetz enthalten.

In der That lassen Bäume welche bisher im Dunkelstande rasch in die Höhe gewachsen und freigestellt worden sind, öfters unter Gipfeldürrwerden, alsbald und im Höhewuchse nach und bleiben darin eine Reihe von Jahren hindurch fast ganz stehen, um sodann wieder mit bescheidener Gipfelverlängerung fortzufahren.



Dass die Jahreswitterung sich in Verschiedenheit der Länge des Schosses ausspricht, wurde oben schon angedeutet. In der Regel findet man dass ein Sommer der den Längewuchs begünstigt oder nicht begünstigt, lange oder kurze Schosse übereinstimmend bei einer Mehrzahl von Holzarten bewirkt.

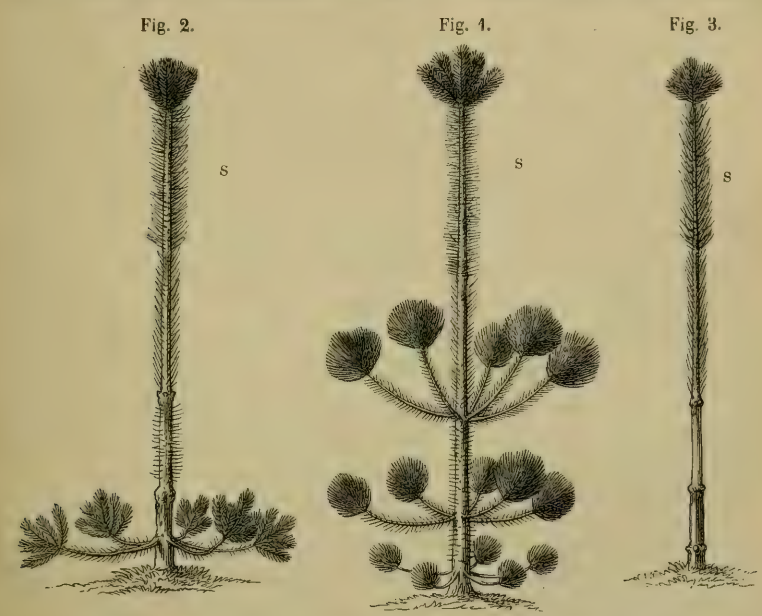
Künstlich kann der Höhetrieb gesteigert werden durch Herabgebogenhalten der Seitenäste und Beseitigung von Nahrungsstoffe konsumirenden Seitenknospen. Junge gemeine Föhren und Fichten [2] denen man die Gipfelquirlknospen und etwaige Gipfelnebenknospen (Fig.),

[1] Physique des arbres, II. Liv. IV. p. 146.

[2] Kritische Blätter, 46. Bd. II. Heft. S. 107 und 49. Bd. I. 53.

oder Gipfelquirlknospen und die Gipfelknospen der Seitenzweige, oder gar ausser der Gipfelknospe alle übrigen Knospen ausgebrochen oder durch Abzwicken der Zweigspitzen (Fig. 1) beseitigt hat, bilden einen längern Jahresschoss (s). Eine Steigerung erfolgt auch, wenn man selbst unter Belassung der natürlichen Gipfelknospengruppe die paar nächsten darunterstehenden Aestequirle wegnimmt (Fig. 2). Selbst dann noch kann

Fig. 2. Fig. 1. Fig. 3.



der Schoss mehr als normale Länge der Schosse annehmen, wenn er sehr stark, ja gänzlich aufgeästet wird, sofern dabei, wie bei Nadel- und immergrünen Laubhölzern, ein namhafter Theil der Blättermenge verschont bleibt und durch Entfernung seitlicher Gipfelknospen die Saftbestandtheile nach der erhalten gebliebenen oder künstlich isolirt erzogenen Ersatzknospe geleitet werden (Fig. 3).

Es erscheint dabei nicht uninteressant die Bildung von Haupt- und Nachschoss, ja selbst zwei Nachschossen. Man kann daraus verschiedene Schlüsse ziehen. Entweder nämlich dass der Hauptschoss der Nadelhölzer schon vollständig in der Knospe vorgebildet, und nur einer unbedeuten-

den Verlängerung über das normale Mass fähig sei. Wogegen aber die Beobachtung spricht dass an der Fichte, wenn sie in Folge von Aestungen kurze Schosse bildet, die grossen Nadeln desshalb nicht enger stehen, was der Fall sein müsste, wäre der kurze Schoss nur eine Verkümmerung des in der Knospe normal vorgebildeten. Oder, dass es dem Baum unmöglich ist, ohne Zwischenstationen die Masse der zum Gipfel strömenden Nahrungsstoffe dorthin zu heben.

Dem Vorstehenden entsprechend sieht man die Gipfelschosse sich besonders an Bäumen strecken, welche durch den „Waldgärtner“ *(Hylesinus piniperda)* ausgeschneidelt oder durch Minirräupchen, Frost u. s. w. ihrer Quirl- oder Zweiggipfelknospen beraubt wurden.

Fraglich scheint uns, ob namhaftere Aestungen vom Baumfuss aufwärts ebenfalls im Stande sind den Gipfeltrieb zu steigern, wie sie im Stande sind in oberem Schaft und Krone die Ringbreite zu stärken. Es scheint solches aber nicht wahrscheinlich. Wenigstens geht es für gemeine und Weymouthsföhre weder aus den Th. Hartig'schen Versuchen [1] noch aus den unsrigen [2], noch denjenigen von R. Hartig [3] hervor. Bei der Fichte aber zeigten unsere Forschungen [4] sehr auffallende Zurücksetzung des Höhetriebes in Folge von starker Aestung, gleichgültig ob diese von unten nach oben oder in entgegengesetzter Richtung sich erstreckte. Eben die Belassung eines Bodenquirls, welche bei der Föhre so günstig gewirkt hatte, gab an der Fichte ein ganz entgegengesetztes Resultat.

Als Merkwürdigkeit sei hier angeführt dass die Nadeln der kurzen Fichtenschosse auffallend gross werden, während an der Föhre unter denselben Umständen die Nadeln um so grösser wurden, je länger und kräftiger die Triebe ausfielen.

In Gärten werden häufig Nadelhölzer durch sehr starkes Schneideln lang und schwank erzogen. Die Form solcher Gerten rührt nicht oder weniger von Steigerung ihres Höhetriebes als davon her dass bei gewöhnlicher oder gekürzter Gipfelverlängerung das Bäumchen kaum Holzringe anlegen kann.

[1] Forst- und Jagdzeitung, 1856. S. 365.

[2] Kritische Blätter, 43. Bd. II. Heft. S. 253.

[3] Danckelmann's Zeitschrift, 4. Bd. S. 251.

[4] Kritische Blätter, 46. Bd. II. Heft. S. 87 und 49. Bd. I. Heft. S. 52.

Das **Dickewachsthum** der Bäume unterliegt einer ganzen Reihe von Gesetzen.

Am Keimling, z. B. der Birke, sieht man das Stengelchen anfänglich gleichmässig dick. Nach 4 Wochen aber, wohl in Folge des absteigenden Saftes, ist es oben, unter den Keimblättern, dicker als unten am Fusse. Später bildet sich an letzterem der dickste Theil des Stammes, der sogenannte Wurzelstock aus. Da in ihm alle Jahresringe bis zu dem des Keimlings zurück enthalten sind, drückt derselbe durch die Zahl seiner Holzringe das ganze Alter des Baumes aus. Der Entwicklungsgang der jungen Pflanze bringt es mit sich dass man im Innersten des Baumfusses oder Wurzelstockes schmale oder sehr schmale, allmählich sich erbreiternde Ringe findet, welche in späterer Jugend oder im mittlern Alter des Baumes ihre grösste Breite zu erreichen und nun allmählich oder nach einer Reihe sich gleichbleibender Zonen gegen aussen zu sinken pflegen, am Ende sehr häufig so schmal werdend, dass sie, wie die ursprünglichen Ringchen des Keimlings nur mit der Lupe, manchmal gar nicht mehr zu unterscheiden sind. Eine Baumscheibe welche in der Mitte keine engen Ringchen enthält, ist keine Grund- oder Bodenscheibe. Diese liegt unmittelbar am Boden, also zwischen den häufig so dicken und das Heraussägen der Scheibe störenden Wurzelanläufen.

Der junge freistehende Baum einer Holzart welche Schatten leicht erträgt und daher die untern Aeste nicht so bald verliert, z. B. der Tanne, Fichte, Weymouthsföhre, zeigt je nach der Stärke seines Höhetriebs die Form eines kürzern oder schlankeren Kegels. Er behält sie nahezu auch später bei, so lang seine Krone eine ausgeprägt pyramidale bleibt. Denn da ein jeder Ast dem Stamm einen gewissen Beitrag an Holzmasse spendet und die Bewegung des Holzsaftes vorwiegend abwärts gerichtet ist, werden auch die untern Theile des Baumes mehr Holzmasse empfangen als die obern und können wir uns die zunehmende Breite der Jahresringe vom obern nach dem untern Theile des Baumes erklären.

Später kann in Folge der Verschattung der tieferstehenden Aeste der Holzring am untern Schaft im Vergleiche zu dem des obern Stammes schmäler werden. Doch bleibt er noch gegen oben abnehmend.

Beschränken sich freistehende Bäume gegenseitig im Lichte so dass der einzelne Stamm ungefähr so zu stehen kommt wie ein Baum in der Mitte einer breiten Schneisse, so stellt sich, in Folge der Ringabnahme gegen unten, annähernde Gleichheit der Ringbreite am Stamm hinauf her. Beispiele dieser Art haben wir früher bei der Tanne beobachtet [1] und könnten auch solche bei starken Föhren hinzufügen, die unter denselben Umständen eine kaum merkliche Steigerung der Ringe nach oben zeigten.

Bei völligem Schluss, in dessen Folge die untern Aeste grossentheils oder ganz absterben, auch in Folge erheblicher Aufästung, steigert sich die Ringbreite, nach einigem höchstens auf einige Meter sich erstreckenden Sinken vom Stock aus, nach dem obern Stamme mehr und mehr und kann unter der Krone das Doppelte und Dreifache und selbst das Fünffache [2] derjenigen am untern Theile betragen. Für die Ansicht dass die grössere Ringbreite im obern Stamm und der Krone geschlossen stehender Bäume theilweise Folge der Konzentration des Gesammtsaftes auf die kleiner gewordene Krone sei, spricht die merkliche Steigerung der Ringbreite in der Krone stark aufgeästeter Föhren. Hier findet man zuweilen nach der Aufästung Ringe welche breiter sind als je im Stamm und da sie unten am Stamme fast verschwinden, das Fünfzigfache der Breite am Fusse betragen können.

Besonders merkwürdig ist das Verhalten der Ringbreite des kahlschäftigen Baumes den wir aus dem Schluss ins Freie bringen, indem wir seine Umgebung weghauen. Sie schlägt nämlich alsbald in der Art um, dass ihre Breite im obern Schaft in der Regel nur ein Bruchtheil, in der untern

[1] Nördlinger, Der Holzring, 1871. S. 18.

[2] Kritische Blätter, 48. Bd. I. Heft. S. 204.

Region desselben ein Mehrfaches, oft ein Vielfaches von der bisherigen wird.

Nicht immer allerdings ist der Baum im Stande die nach Lichtstellung eintretende Schmalheit des Rings im obern Schaft und Breite des Ringes im untern Theile sogleich anzunehmen. Es scheint dass er zu ersterem in der Krone noch zu viele Speicherstoffe, im untern Schafte deren noch zu wenig angesammelt hat. Darum sinkt im gegebenen Falle der Jahresring häufig in der obern Region erst herab, und steigert sich allmählich in der untern, um nach Erreichung in der Krone der Minimal-, und am Fusse der Maximalbreite sich dem Wachsthumsgesetze des freistehenden Baumes anzubequemen.

Wie wir oben gesehen, hat die Aestung der Bäume Schmälerung des Holzrings am Schaft und Gleichbleiben oder Steigerung desselben in der Krone zur Folge. Eine im richtigen Umfange geübte Aufästung ist also das Mittel die durch Freistelluug bewirkte Verdickung des untern Schaftes d. h. Formverschlechterung zu verhindern oder zu verringern (Kritische Blätter, 43. Bd. II. S. 242). Umgekehrt verdeckt gleichzeitige Lichtstellung den schaftverdünnenden Einfluss der Aufästung.

Es ist wahrscheinlich dass auch die natürliche Lichtstellung von Beständen freien Stand verlangender Holzarten wie Föhre, Lärche, Birke u. s. w. das Schmälerwerden der Ringe im obern Baum und die Erbreiterung der Ringe am Fusse herbeiführt. Indessen zeigte eine 127jährige im sich lichtenden Föhrenwalde stehende Föhre bei genauer Analyse durchweg noch die Breitezunahme der Ringe nach oben.

Auch das Nachlassen des Zuwachses im Gipfel, das Licht- und nicht selten das Dürrwerden der Krone sehr alter starker Oberbäume sprechen für eine relative Steigerung der Ringbreite am Schafte.

Festzustellen ist ferner noch die Einwirkung sehr breiter astreicher Kronen kurzschäftiger Stämme auf deren Ringbreite. Denkt man sich alle Hauptäste einige Meter hoch über dem Boden vereinigt, so muss wohl, selbst bei sonst geschlossenem Stande der Bäume, der Zusammenfluss des aus allen Aesten kommenden Holzes eine Steigerung der Ringbreite am kurzen

Schafte zur Folge haben. Es gibt aber auch Fälle wo hundertjährige ziemlich gut geschlossene Buchen, deren starke Beastung nur bis 7 oder 8^{m} über dem Boden herabreicht, am Stamme hinauf etwas abnehmende Ringbreite zeigen.[1]

In steilen Hängen stehende und desshalb exzentrisch gewachsene Stämme haben nach Mathieu die Ausbauchung stets auf der Bergseite. Dass sie in der Regel erst vom Berge weggewachsen und erst dann senkrecht aufgestiegen erscheinen ist jedem Forstmanne bekannt. Weniger die veranlassenden Ursachen (Schnee, Bodenbewegung u. s. w.).

Das Verhältniss der Ringbreite in den Aesten der Krone ist ungefähr gleich demjenigen eines reich beästeten jungen Baumes. Sie nimmt von der Spitze herein bis zu einer Stelle zu, wo sich der gegenseitige Drang der Aeste anfängt fühlbar zu machen. Dabei verhalten sich die Aeste einer geschlossenen Krone unter einander ohne Zweifel wie die verschiedenen Bäume eines geschlossenen Bestandes und beeinflussen sich in analoger Weise.

Von Einfluss auf die Ringbreite an Stamm und Aesten ist deren mehr oder weniger schiefe Lage. Starke Aeste sacken sich bei Laubhölzern sehr häufig, bei Nadelhölzern immer gegen die Vereinigung mit dem sie tragenden Stamme nach unten aus. Man sieht aber auch Aussackungen nach oben. Und dasselbe sieht man oft an starken Bäumen. An Laubhölzern verdient der Gegenstand von neuem untersucht zu werden. Bei jungen Laubbäumen machen sich je nach der Holzart Verschiedenheiten bemerklich.

An kräftigen jungen Schiefzweigen der Edelkastanie z. B. findet man die stärkere Entwicklung auf der untern, und in Verbindung mit einmündenden Seitenzweigchen an der Nebenseite. In den schwachen Aesten sich nach oben wölbend sind dagegen die Holzringe bei Spitzahorn, Erle, Hainbuche, Kornelkirsche und *Cornus alba*, Weissdorn und *Crataegus punctata*, Bohnenbaum, Pfaffenhütchen, Rothbuche, *Gleditschia triacanthos*, Wallnussbaum, *Mespilus germanica*, *Prunus maha-*

[1] Nördlinger, Der Holzring, 1871. S. 19.

leb und Traubenkirsche, *Paulownia*, *Cydonia japonica*, Eiche, Perrückenstrauch, gemeiner Robinie und verschiedenen Lindenarten. Auch die hängenden Aeste einer *Sorbus aucuparia pendula* haben die Ausbauchung nach oben.

Von besonderem Interesse wäre die Untersuchung der Ausbauchungen bei Ulme, *Celtis* und *Robinia tortuosa*, deren mehr oder weniger schlangenförmiger Zweigeverlauf mit der Stellung von Knospen (Seitezweigen) zusammenzuhängen scheint.

In Uebereinstimmung mit Vorstehendem findet man Nadelholzstangen welche durch einen Unfall, z. B. den Schneedruck von 1868 schiefgedrückt worden sind, so Fichten (Fig. 1), Kiefern und Lärchen, seither sehr stark nach unten gewölbt. Auf der Oberseite sind alsdann an der Fichte die Ringchen ganz schwach oder gar nicht vorhanden.

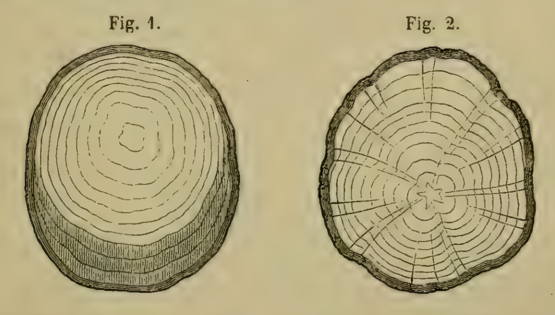


Fig. 1. Fig. 2.

Bei Eiche (Fig. 2), Ulme, gemeinem und Feldahorn, Erle, Aspe und Sale, Buche und Haine legen sich unter denselben Umständen die neuen Ringe ebenso exzentrisch aber nach oben, man möchte sagen auf dem Rücken der Stämmchen an. Die Buche und Haine zeigten hier grünes besonders hartes und porenarmes Holz. Sein Chlorophyllreichthum und die stärkere Entwicklung der darüber liegenden Rinde rühren offenbar von dem in Folge des Schneedruckes eingetretenen reichen Tageslichteinfalls von oben her. Von den direkten Sonnenstrahlen konnten viele der beobachteten Stangen nicht getroffen werden. Bei Birke schien die Auflagerung nach oben nur unbedeutend.

Hofmeister (Allgemeine Morphologie der Gewächse, 1868. S. 579 u. fg., insbesondere S. 600) erklärt beiderlei vorstehende Aussackungen durch die

Schwerkraft. Man begreift ihren Einfluss bei Ausbauchung nach unten, indem schiefe Neigung aufwärts und Horizontalität oder Hängen der Aeste einen stärkern Saftzufluss und lebhaftere Ernährung auf der Unterseite der Aeste in Rinde und Holz herbeiführen. Ausbauchung nach oben jedoch könnte man versucht sein in Verbindung zu bringen mit den Kräften (z. B. Tageslicht) welche überhaupt den Höhewuchs der Bäume veranlassen. Hofmeister betrachtet aber auch letztere Dickesteigerung als Ausfluss der Schwerkraft, insofern es ihm gelang bei Ersetzung der Schwerkraft durch die Zentrifugalkraft an Holzarten mit Verdickung der obern Asthälfte die Steigerung auf der dem Rotationszentrum zugekehrten Seite zu bewirken.

Dass auch die Risse welche mit der Zeit die Rinde der Bäume bekommt, auf die Ringbildung Einfluss üben, war schon Duhamel bekannt. Er sagt[1] von der Haine, bei welcher die ganze Spannrückigkeit des Stammes daher rührt, dass die Holzmasse der Ringe gerade da am dicksten sei, wo die Rinde am dünnsten. Die Richtigkeit des Satzes lässt sich an vielen Holzarten mit aufreissender Rinde aus allen Ländern erkennen. Der Holzkörper gewinnt dadurch öfters ein festungsähnliches vieleckiges Ansehen, wobei stets die Vorsprünge den Unterbrechungen der Rinde entsprechen, was man sich aus hier stattfindendem geringeren Druck erklären muss.

Es wurde dagegen geltend gemacht dass ja das zarte Kambium einem solchen Drucke nicht widerstehen könnte. Indessen lehrt der Versuch (Kritische Blätter, 52. Bd. I. Heft. S. 253) dass dieser Druck auch zur Zeit der Kambiumsentwicklung besteht. Er wird schon augenfällig, wenn man im Juni am Stamme von Prunus- oder Rhamnusarten einen Längeschnitt in die gespannte Lederschicht macht. Diese klafft dann alsbald.

Früheres oder späteres Beginnen der Ringexzentrizitäten einer Stammquerscheibe deutet auf schlechten oder guten Boden worauf der Baum gewachsen. An ihrem Vorhandensein überhaupt lassen sich manche sonst nahe verwandte Holzarten wie gemeiner und Zuckerahorn, Tanne und Fichte von einander unterscheiden.

Natürlich bewirken auch wiederholte künstliche Einschnitte in die noch geschlossene Rinde eines Stammes eine lokale Verdickung.

[1] Physique des arbres, IV. p. 30.

Endlich können auch grobe Verwundungen Veranlassung zu besonderer Verdickung der Holzringe geben. Nach jeder Baumwunde strömt eine grosse Substanzmenge welche zu Verstärkung der Holzringe und mittelst dieser zur Ueberwallung bestimmt ist. Desshalb kann z. B. an einer Föhre die einseitig einen Krebsschaden hat, auf der entgegengesetzten Seite die Entwicklung der Holzringe stärker sein als mit Ausnahme des Stockes sonst irgendwo am Stamm.[1]

Ch. Musset[2] hat an Tausenden von Bäumen gefunden dass ihr Stamm in der Richtung von Ost nach West ausgebaucht elliptisch ist. Wir fanden es besonders auf exponirten Punkten, zumal an Stämmen eines hochgelegenen hiesigen Föhrenbestandes. Musset bringt die Thatsache in Zusammenhang mit der Umdrehung der Erde. Hofmeister erklärt sie viel einfacher aus der die Ausbauchung des Holzringes begünstigenden Lähmung der Rinde auf der dem Winde zu- und der von ihm abgekehrten Seite und bestätigt sie durch Festbinden von Stämmchen im Vergleiche mit vom Winde bewegten.

Merkwürdig ist die Ringablagerung an Wurzelstock und Wurzeln. Am jungen Individuum scheint nämlich der Stamm unmittelbar aus dem Boden herauszuwachsen und ist ersterer über letzterem noch nicht verdickt. Später aber legen sich hier breitere Holzringe an und es entsteht der sogenannte Wurzelstock, von welchem seit der Existenz des Baumes die Hauptwurzeln ausgehen. Auch diese, erst aus kreisigen im Vergleiche zu denen des Schaftes dünnen Holzschichten bestehend, legen nun auf ihrem Rücken ausserordentlich breite exzentrische Ringe ab. Dadurch scheint nach einiger Zeit der Baum mit seinen starken Wurzelanläufen sich aus dem Boden gehoben oder der Boden um ihn sich gesetzt zu haben. An der der Tiefe zugekehrten Unterseite dieser Wurzeläste findet kaum eine oder gar keine Holzbildung statt. Dennoch können solche Wurzeläste sich in wenigen Jahren um Hand-

[1] Der Holzring, S. 24.

[2] Comptes-rendus, vol. 65. p. 424 et 495 nach Karsten.

breite erhöhen. Dass weiter weg vom Wurzelstocke die Exzentrizität auf der untern, der Seite des Bodens liegt und aussen in den federkieldünnen Verzweigungen der Wurzel die Ringe wieder kreisförmig werden, kam schon früher zur Sprache.

Der geschilderte wechselnde Verlauf der Holzringe an den starken Wurzelästen und in einiger Entfernung davon ergab sich auch in Folge von Drahteinschnürungen an verschiedenen Stellen der Wurzeln von Eichen, Fichten und Lärchen. Besonders an den dünnern Strängen entwickelt sich der Wulst bedeutend. Natürlich sterben aber eingeschnürte dünnere Wurzeln gern ab.

Kraus [1] erklärt auch das gewöhnliche exzentrische Wachsthum der Wurzeln als Folge der Schwerkraft in Wirkung auf die Querspannung der Gewebe. Wir können das nicht bestreiten. Immerhin scheint uns aber dass wir mit dieser Erklärung doch wieder vor einem Räthsel stehen. Denn warum kehrt sich die in der Nähe des Stockes herrschende Ablagerung des Holzes auf der Oberseite der Wurzeln in kurzer Entfernung davon in diejenige auf der Unterseite um?

Der Massezuwachs. Eine durch Zahlen nachweisbare Proportionalität zwischen Blättermenge und erzeugter Holzmasse dürfte nicht bestehen. Wir werden später sehen dass Freistellung bei kaum veränderter Blättermenge den Zuwachs auf ein Mehrfaches steigern kann, dass bei der einen Holzart eine nicht unbedeutende Schmälerung der Blätterzahl durch Entästung den Zuwachs kaum, bei einer andern eine schwache letztern merklich zu schmälern vermag (Kiefer, Fichte). Sodann müsste, wenn die Blättermasse eines dichten Eichenschlagholzes, wie kaum zu bezweifeln, grösser ist als im Eichenhochwalde, der Zuwachs in ersterem grösser sein.

Th. Hartig geht noch weiter in der Würdigung der holzerzeugenden Thätigkeit der Blätter. Nach ihm (Lehrbuch f. Förster, 10. Aufl. I. S. 354) ist eine ziemlich namhafte Entästung von Bäumen ohne Beeinträchtigung des Zuwachses möglich. Er fand an Lärchen und Föhren dass Aestungen

[1] Botanische Zeitung, 25. Jahrg. 1867. S. 132.

welche die fünf letzten Jahresschosse verschonten, einen Einfluss auf die Ringbreite des Stammes nicht hatten. Eine freistehende und daher bis zum Fusse herab beästete und desshalb zehnmal so nadelreiche Fichte zeigte ihm eine um weniges stärkere Schaftholzmasse als eine im Schluss erwachsene nadelarme. „Ueberflüssige jährliche Laubproduktion, sagt er, muss die Menge des bleibenden Zuwachses vermindern. Die Meinung dass mit der Menge des Laubes auch der Zuwachs steige, entbehrt jeder thatsächlichen Begründung. Der grössere Zuwachs von Randbäumen rührt etwa von grösserem Luftwechsel am Traufe her. Doch ist bei Bäumen welche auf einem an unorganischen Bestandtheilen reichen Boden stehen, dessen Produktionskraft unter der Freistellung nicht wesentlich nothleidet, der Zuwachs des Einzelbaumes im vollen Standraum etwas grösser."

Nun ist aber bei der Vergleichung der nadelreichen mit der nadelarmen Fichte der an den Aesten erfolgende Zuwachs vergessen, welcher eben wegen grösserer Astmenge beim ersteren viel mehr betragen muss. Es fragt sich daher ob man überhaupt physiologisch von überflüssiger Laubproduktion reden kann, noch mehr aber ob von einer Schmälerung des Zuwachses in Folge zu grosser Laubmenge. Blätter und Nadeln vermögen bei reichlicherer Saftzufuhr ihre Thätigkeit zu steigern. Eine bescheidene Minderung der Blättermenge zumal an den beschatteten untern Theilen des Baumes kann daher den Zuwachs des Stammes unberührt lassen. Wurde das Mass der Blätterberaubung überschritten, so stellt sich der frühere Zuwachs erst mit der Wiedererlangung der frühern Blättermenge ein. Der grössere Zuwachs von Randbäumen steht mit dem nicht etwas, sondern meist sehr namhaft grössern Zuwachse freistehender Bäume im Zusammenhange, wovon auf folgender Seite die Rede.

Die Holzmasse des jugendlichen Baumes kommt bei vielen langsam wachsenden Holzarten gar nicht in Betracht im Vergleiche mit derjenigen welche im spätern Alter erzeugt wird. Man erkennt dies schon bei der Betrachtung der Holzringe einer Scheibe vom Fuss eines Baumes.

Indessen ist eine solche Beurtheilung des Massezuwachses aus den Holzringen für das spätere Alter sehr trügerisch.[1]

Wie für den Höhewuchs, so nimmt man für den Massezuwachs des Baumes im Ganzen einen Kulminationspunkt an. Es ist unzweifelhaft dass dieser meist sehr irrig eben auf die Abnahme der Ringbreite am Umfange des starken Baumfusses gegründet wird. Ebenso dass er, sein Bestehen vorausgesetzt,

[1] Vergl. Kritische Blätter, 48. Bd. I. Heft. S. 204.

vielfach in ein zu niedriges Alter verlegt wird. Man darf aber noch Zweifel hegen hinsichtlich des Bestehens eines Kulminationspunktes der Massezunahme für alle Fälle des Freistandes und regelrecht durchforsteter Bestände in denen der Baum seine Laubmasse stetig vermehrt. Erst wenn ein Theil der Wurzeln oder der Krone durch Unfälle oder Fäulniss verloren gegangen, können wir, unter den vorstehend angegebenen Umständen, eine Abnahme des Massewachsthums annehmen.

Das Massewachsthum gründet sich vorzugsweise auf dasjenige der Dicke. Die Umstände welche diese letztere fördern bilden auch seine Grundlage. Hervorzuheben ist nur dass vor allem Freistellung, insofern sie die Holzringe am untern, dem dicken Ende des Baumes auf ein Mehrfaches ihrer bisherigen Breite hebt (S. 182), einen den Massewuchs steigernden Einfluss haben muss.

Untersuchen wir nunmehr die Masseablagerung in den verschiedenen Theilen des Baumes, wobei, sobald man sich den Baum in eine Anzahl Trümmer von gleicher Länge zerlegt denkt, die Zuwachsflächen der einzelnen Baumregionen als deren Massezuwachs betrachtet werden können.

Beginnen wir mit der Krone. Schon die jährigen Schosse pflegen von der Spitze gegen unten dicker, holzreicher zu sein. Man könnte den Grund davon darin finden wollen dass die an der Basis des Schosses sitzenden Blätter, weil älter, auch längere Zeit Holz liefern mussten als die obern, auch vermöge des absteigenden Saftes die Basis des Schosses von den Gipfelblättern möglicherweise Holzzufluss erhielt. Doch ist die Erklärung ungenügend. Denn auch im fünfjährigen Zwischenquirl von Weymouthsföhre, an welchem wie gewöhnlich schon seit drei Jahren die Nadeln verschwunden sind, ist der neue Holzring an der Basis breiter als oben und, weil er einen grössern Innenkreis umschliesst als sein oberes Ende, von um so grösserer Fläche. Möglicherweise dürfen wir annehmen der Schoss verdicke sich am Grunde von den darunter stehenden Aesten aus. Hiefür sprechen die Ergebnisse der Messungen

an regelmässig erwachsenden Kronen z. B. der gemeinen Föhre, wie an unregelmässig erwachsenden Laubhölzern.

Allgemein finden wir die Regel dass über der Verbindung aller Aeste zu einem Quirl, oder über der Verbindung eines Astes mit einem andern oder mit dem Stamme, die Summe der Querflächen grösser ist als in gleicher Entfernung unter dem Vereinigungspunkt, aber kleiner als die Fläche weiter unten über dem nächsten Quirl oder nächsten sich einfügenden Seitenast. [1]

So erklärt es sich dass obgleich die Querfläche eines Trummes unter der Verbindung zweier oder mehrerer Aeste kleiner ist als die Querflächensumme der Aeste über der Verbindung, doch die Querflächensummen von den starken Aesten bis hinaus zu den jüngsten Zweigchen nicht wesentlich zu-, ja unter Umständen abnehmen, wie die nachfolgenden Beispiele erläutern sollen.

Ein starker Ast einer *Paulownia*, Oktober 1871 in der Mitte der Schosse gemessen, theilte sich

							□z	
im	Jahr	1867	in	2	Triebe	mit	23,6	Querfläche
„	„	1868	„	7	„	„	26,6	„
„	„	1869	„	14	„	„	27,5	„
„	„	1870	„	30	„	„	26,8	„
„	„	1871	„	53	„	„	21,6	„

woraus unwesentliche Zahlenabweichung hervorgeht.

Der grosse Gipfel eines schenkeldicken Waldkirschbaumes, in freier Stellung erwachsen und von bedeutender Länge der Schosse ergab, unter gleichem Datum,

						□z	
vom	Jahr	1866	1	Trieb	mit	11,0	Querfläche
„	„	1867	4	Triebe	„	10,8	„
„	„	1868	7	„	„	12,0	„
„	„	1869	9	„	„	6,8	„
„	„	1870	24	„	„	5,8	„
„	„	1871	27	„	„	2,9	„

[1] Der Holzring, S. 26.

also bedeutende Abnahme der Flächenzahl nach den jüngsten Zweigen.

Selbstverständlich stellen die angegebenen Zahlen nicht zugleich die Holzmassen der betreffenden Zweigstufen dar, da die Schosse verschiedener Jahre nicht dieselbe Länge haben. Je älter die Krone desto kürzer pflegen die jüngsten Schosse zu werden. Bei der vorstehenden *Paulownia* rührt die besonders niedrige Zahl des letzten Jahres von der reichlichen Ausbildung von Blüteknospen fürs folgende Jahr her, welche auf Kosten der Holzstärke vor sich gieng und bei manchen Holzgewächsen Kürze der Triebe nach sich zieht.

Duhamel behandelt in seiner Physique I. p. 95 denselben Gegenstand, erklärt sich aber die Nichtzunahme der Flächezahlen nach dem Umfange der Krone durch das sich ausscheidende dünne Reisig. Aus unsern erstgemachten Angaben geht jedoch hervor dass die Flächezahlen der Aeste gegen aussen auch bei den Nadelhölzern nicht zunehmen, wo in den ersten Jahren nicht ein einziges Reischen verloren geht.

In Betreff des Zuwachses am Stamme heben wir zunächst die Thatsache hervor dass dieser sich unterhalb jedes sich ihm anfügenden Astes verdickt, jedoch, wie soeben gesehen, nicht so stark dass nicht die Fläche der vereinigten Trümmer geringer wäre als die Summe der getrennten.

An frei erwachsenen und von oben bis unten mit Aesten bedeckten Stämmen nimmt daher auch, wie in der Baumkrone, die Masse von oben nach unten mit der Aufnahme jedes neuen Astes zu und kann am Fusse mehr als das Doppelte von der in halber Höhe aufgelegten betragen.[1]

Dasselbe Verhältniss der Zunahme nach unten findet sich aber auch, was bei der früher geschilderten Abnahme der Ringbreite nach unten weniger zu erwarten, an den Bäumen des gewöhnlichen geschlossenen Standes, obgleich dieselben schaftrein zu sein pflegen.[2] Dabei bemerkt man nicht selten am obern Schaft, im ungefähren Sammelpunkte der von den Aesten dem Schafte zugegangenen Holzmasse eine besondere

[1] Der Holzring, S. 35.

[2] Daselbst, S. 40.

Anschwellung. Man sieht ja auch manchmal an jungen Wallnussbäumen und an Pflaumenbäumen den Stamm unter der Einfügungsstelle der Astkrone augenscheinlich stärker als weiter unten.

An sehr streng geschlossen erwachsenen Tannen kommt es vor, dass zwar wie sonst die Masse (Fläche) vom Stocke bis zu einer gewissen Höhe des Schaftes fällt, dann aber sich wieder hebt und in der Krone die Flächezahl des untern Schafts oder gar mehr erreicht.[1]

Gegenstand einer pünktlichen Untersuchung sollten noch ihr ganzes Leben über frei erwachsene, jetzt geschlossen stehende kurzschäftige, sehr breitästige Bäume sein.

Sehr auffallend ist die Raschheit womit im Schluss erwachsene Bäume, selbst wenn sie ganz kahlschäftig sind und wie die Föhren keine Stammsprossen treiben, ihre Holzablagerung vorwiegend wieder nach unten verlegen. Die in Brusthöhe angelegte Holzmasse kann hier leicht das Doppelte betragen von der auf halber Baumhöhe zu findenden und im untersten Theil in 12 Jahren Freistellung mehr zuwachsen als vorher in 60 Jahren geschlossenen Standes. Dass trotz dem der Umschlag des Wuchses in Folge von Lichtstellung nicht plötzlich ist, sowie dass er in der Krone sogar negativ werden kann, ist schon früher bemerkt worden.

Man könnte erwarten dass wenn die grosse Zuwachssteigerung und deren Verlegung an den untern Theil des Stammes Folge der Lichtstellung ist, sich insbesondere die Sommerseite des Baumes durch starke Entwicklung auszeichnete. Da solches jedoch nicht der Fall, wird angenommen werden müssen dass es nicht der direkte Sonneneinfluss, sondern die Erweiterung des Horizontes des Baumes überhaupt ist, welche diesen zu Steigerung seines Zuwachses veranlasst.

Der Wurzelstock des Baumes nimmt mit der Zeit eine immer grössere Entwicklung. Der Querschnitt der Holzmasse welche sich auf dem Rücken der starken Wurzelvorsprünge ablagert, kann schon bei 80jährigen Bäumen weitaus grösser sein als der Querschnitt des ganzen Stockes oberhalb der

[1] Der Holzring, S. 42.

Einmündung der Wurzeläste; über Grund und Zweck dieser grossen Ablagerung von hauptsächlich weichem Holz am Umfange des Stockes ist es schwer sich Rechenschaft zu geben.

Das Abfaulen von Wurzeln scheint die Ursache des häufig auffallenden Dickwerdens der Stöcke von rothfaulen Fichten zu sein. Es ist hier anzunehmen der absteigende Saft theile sich jetzt zwischen Stock und gesund gebliebenen Wurzeln. Es gibt aber auch Fälle wo in Folge des Abfaulens von Wurzeln an Fichten u. s. w. die Jahresringe des Stockes schmäler werden. Im ersteren Falle wird überschüssiger absteigender, im letztern mangelnder aufsteigender (Roh-) Saft die Erklärung geben müssen.

Dass die sich an den Wurzelverzweigungen ablagernden Holzringe an Masse weniger absetzen als die dickern Wurzelansätze ist augenscheinlich.

Besonderheiten der Holzarten **in der Tracht von Stamm und Krone.** Ausser den vorstehend geschilderten allgemeinen Gesetzen spielen noch die Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Holzarten eine auffallende Rolle. Wir wollen dabei von stets niederliegenden und kriechenden Holzgewächsen absehen.

Innerlich Gesetzliches. An manchen Holzarten ist das Verhältniss der Länge zur Dicke des Stammes ein besonders ungünstiges. Elsebeer, Wildbirn z. B. erreichen im freien Stande nie eine der Stärke entsprechende Höhe.

Junge Bäume der meisten Holzarten haben in Folge der Stellung ihrer Blätter und damit ihrer Knospen am Schoss einen eigenthümlichen Karakter ihrer Krone. Man braucht zum Beweise nur Fichten, Föhren, Ahorn, Eschen und Buchen zu nennen. Verlieren sie ihre Aeste und damit die besondere Kronenform, so suchen sie diese wiederherzustellen nicht blos durch Austrieb der für den gegebenen Fall im Voraus bereiten Nebenknospen, sondern oft, wie z. B. an der jungen Föhre, durch Entwicklung von Scheideknospen in der Umgebung der Aststümmel.

Als einen Ausfluss des Strebens die Normalform nicht zu verlassen, müssen wir auch die Gewohnheit der Nadelhölzer ansehen, Seiten(Quirl)-knospen zu Nachschossen auszutreiben und die Gipfelknospe in der Entwicklung zurückzuhalten. Selbst wenn man am Gipfel junger Föhren durch Knospenausbrechen oder dgl. hexenbesenartige Knospenwucherung herbeigeführt hat, entwickeln sich an diesen vorzugsweise Quirlknospen zu Nachschossen. Sollen die Mitteknospen zur Entwicklung in demselben Sommer gezwungen werden, so muss man die Quirlknospen ausbrechen. Und doch lassen sie sich manchmal auch hiedurch nicht zwingen, schwellen vielmehr zwiebelähnlich an, während sich in ihrem Umkreise neue Scheideknospen und sogar unabhängig von Nadeln entstehende kurze kräftige Adventivknospen entwickeln. Wird neben der geschilderten zurückgebliebnen Mitteknospe fürs nächste Jahr ein Nebenschoss belassen, so kann daraus ein etwas an Länge und noch mehr an Stärke überlegener Trieb erwachsen, während bei Verbleiben mehrerer Nebenschosse der aus der Mitteknospe sich entfaltende Spross Meister werden dürfte.

Von erheblichem Einfluss auf die Form junger Stämme mancher Holzgewächse ist die Bestimmung ihrer Gipfelknospen, sofern diese regelmässig Blüten austreiben, damit ihren Trieb abschliessen und den fernern Längewuchs in Nebentriebe verlegen.

Unter Umständen, namentlich bei dichtem Stande können aber auch die Gipfelknospen in die Regel überwiegendem Mase zur Entwicklung kommen und einen langen astarmen Schaft veranlassen (Ahorn). Bei beschränkter Besonnung wachsen die Baumkronen in schiefer Richtung dem Lichte zu. Welche Eigenthümlichkeiten damit verbunden sind, haben wir schon oben S. 184 erläutert.

Auf schlechtem Boden herrscht vorwiegend Neigung zu Entwicklung von Seitentrieben (Eiche).

Bei manchen Baumarten erhält sich die schon in der Jugend angenommene Kronenform, so lang ein lebhafter Höhewuchs andauert, d. h. bis in das Mittel- oder gar ein noch höheres Alter. So bei Ulme, Linde, Zürgelbaum, auch wohl Haine, welche Bäume mit zweizeiliger Knospenstellung und damit zusammenhängendem schierlingähnlichen Wuchse der Gipfeläste man schon auf einige Entfernung erkennt. Ihr Wuchs lässt sich nicht, wie schon geschehen, aus fehlgeschlagenen

Gipfelknospen oder erfrorenen Zweigspitzen erklären, ebenso wenig als das ähnliche Seitlichausbiegen der Aeste der Zedern aus dem zufälligen Verluste der Spitze[1].

Wigand[2] sagt von der Zickzackform der Aeste dass sie sich durch Streckung oft erst nach mehreren Jahren verliere.

Im hohen Alter ist von der ursprünglichen Art der Zweigbildung in der Regel nichts mehr zu erkennen. Ein in der Jugend blätterarmer Baum mit durchbrochener Krone bildet nur oder fast nur noch kurze Triebe, welche letztere sich dermassen verdichten dass schliesslich im äussern Ansehen, ihrer „Tracht", Bäume sich ähnlich werden können, die in der Jugend sehr verschieden waren.

Es kann sich sogar das Verhalten des jungen Baumes ins Gegentheil verwandeln. Föhre und Tanne z. B., bei denen in der Jugend die Entwicklung der Gipfeltriebe sehr ausgeprägt gewesen, verzweigen sich jetzt zu gewölbter oder besenförmiger Krone, in der man den Haupttrieb nicht mehr erkennt. Die der Tanne so sehr verwandte Fichte behält ihren Gipfel bei. Durch solche Eigenthümlichkeiten entstehen viele Abwechselungen im Bau der Kronen verschiedener Baumarten.

Doch zeichnen sich im freien Stande nur gewisse Holzarten für die Regel durch eine bestimmte Kronenform aus.

So Linde und Buche mit ihrem kugelähnlichen Kronenumriss. Die Fähigkeit ihrer Blätter, auch mit wenig Licht fürlieb zu nehmen, erhält die fächerähnlichen Aestchen auch am untern Theile der Krone und erlaubt diesen sich dicht an einander zu schliessen.

Eiche und Erle pflegen mehr Pyramidenform anzunehmen. Ihre untern Aeste müssen nämlich, um leben zu können, sich weit hinausstrecken und überdecken daher, namentlich bei ersterer Holzart, einen weiten Bodenumfang.

[1] Der Mangel eines aufstrebenden Gipfels der von Jussieu gepflanzten ältesten Zeder des Pariser botanischen Gartens wurde eine Zeitlang der unglücklichen Zertrümmerung des Gipfels durch einen Büchsenschuss zugeschrieben. Er ist aber Eigenthümlichkeit aller Libanonzedern.

[2] Der Baum, S. 97.

Auch die Birke würde eine ähnliche Form annehmen, wären die dünnen Aeste sich wagerecht zu tragen im Stande. Der Baum wird daher mit zunehmendem Alter immer hängender.

Stark zugespitzte Pyramidenform zeigen im spätern Alter vor allen einige Nadelhölzer, zumal die Lärche und Fichte. Aber selbst sie verleugnen schliesslich ihren Karakter mehr oder weniger.

Verweilen wir nun noch bei den Aesten und Zweigen welche je durch ihre Stellung, Länge und Form die Tracht der Bäume bedingen.

Bei einigen Holzarten wie *Sorbus hybrida*, *Pyrus polveria,* Taxus, Lebensbaum und einer Menge Sträucher streben die Seitenäste nach Art des Gipfels in die Höhe, so dass man oft in Verlegenheit ist den wirklichen Gipfel zu bezeichnen. Die Mehrzahl der Bäume hat die Aeste schief nach oben, zwischen senkrechter und wagerechter Linie stehen, dabei oft an der Spitze nickend. Eine Anzahl Nadelhölzer, vor allem die Araukarien, aber auch viele Tannen und Fichten haben wagerechte Aeste. Indessen kommen auch viele in der Regel schief aufrechte Aeste, theilweis in Folge ihres Gewichtes, mit dem Alter zum wagerechten oder gar hängenden Stande herab.

Besonders auffallend zeigt sich dies an solchen Bäumen die vermöge ihres Art- oder Abartkarakters hängende Aeste mit langen Internodien zeigen. Die Sprosse pflegen bei ihrem Austreiben im Frühling aufrecht zu erscheinen und sich erst später zu senken, bei der Hängesche z. B. nach wenigen Wochen.

Frank (Beiträge zur Pflanzenphysiologie. Leipzig, Engelmann, 1868. S. 64) lässt dagegen die Sprosse der Hängesche anfänglich nach allen Richtungen austreiben.

Aehnlich verhalten sich Legföhre, bei der nach Th. Hartig[1] die kriechende Lage des Stamms in der Art entsteht dass alljährlich der älteste Spross des aufrechten Gipfels sich nieder-

[1] Forst- und Jagdzeitung, 35. Jahrg. 1859. S. 415.

legt, sodann kriechende Buche u. drgl. Hofmeister erklärt die hängende oder kriechende Eigenschaft ihrer Aeste aus der ihnen mangelnden hinreichenden Gewebespannung (s. oben S. 149).

Franks Versuche (Die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzentheilen, S. 23 u. fg.) haben gezeigt dass Nadelholz- und Laubholzäste von natürlich wagerechter Stellung, wenn man sie künstlich nach andern Richtungen fesselt, durch Hebungen und Senkungen des Organs und im Fortwachsen immer wieder die wagerechte Lage zu gewinnen suchen und dass, um auch die Oberseite in ihre richtige Lage zum Lichte zurückzuversetzen, häufig Achsendrehung erfolgt. Niedere Gewächse wie *Lysimachia nummularia* und Vogelknöterig, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen sich eben auszubreiten oder nach der Tiefe zu wachsen pflegen, hatten bei ihm im dunkeln Raum alsbald ihre Stengel aufgerichtet und senkrechtes Wachsthum angenommen. Horizontale Aeste von Bäumen dagegen verharrten und wuchsen auch im verfinsterten Raume wagrecht. Er schreibt daher erstere Erscheinungen des Horizontalwachsens einem durch die Einwirkung des Lichtes seitlich abgelenkten negativen Geotropismus zu. Für die wagrechte Lage der Baumäste aber blieb ihm keine andere Erklärung als diejenige durch einen transversalen Geotropismus.

Sehr augenfällig an den Zweigen ist die Kunst womit sie ihre Blätterflächen dem Lichte zuzukehren suchen. Die zweizeilige oder die nahezu zweizeilige Stellung der Blätter, wie wir sie bei den genannten Ulme, Linde u. dgl. kennen lernten, begünstigt dieses Streben. Die Holzarten mit gedreitem oder kreuzständigen, oder mehrzeiligen Blätterstande lösen diesen wie unsere Zimmerfuchsien in der Krone gern auf, um durch zweizeilige oder scheinbar zweizeilige Anordnung der Blätter das Licht vollständiger oder leichter zu nützen. Dabei drehen sich die blättertragenden Stengelglieder abwechselnd bald rechts bald links, immer auf dem kürzesten Weg, um jedes Blatt in die richtige Stellung zum Lichte zu bringen.

Einige Lebensbaumarten unserer Gärten sichern ihren dichtstehenden Zweigen das nöthige Licht merkwürdiger Weise dadurch dass sie ihre platten Aeste rings um die Baumesachse nicht wagerecht, sondern kulissenartig anordnen.

Als eine Folge reicher Zweigentwicklung und äusserer

störender Einflüsse dürften zu betrachten sein die sogenannten Absprünge verschiedener Holzarten wie Pappeln, Eichen, *Thuja occidentalis, Cupressus disticha,* nach Röse[1] auch Weiden [?]. Es sind anscheinend noch gesunde, bald finger- bald fast armslange, ein- oder mehrjährige Zweige (Lang- oder Kurztriebe) die, sich gegen den Herbst gelenkartig vom Aste lösend, oft den Boden unter den Bäumen förmlich bedecken.

Die Abgliederung der Zweigchen geschieht bei Pappeln und Eichen glatt aus dem Grunde heraus, nach Röse aber bei *Salix, Prunus, Evonymus* und *Cupressus disticha,* wovon sich vor Winter alle Jahresschosse mit Ausnahme der Haupttriebe ablösen, auch so dass von den ursprünglichen Knospen noch einige Vorschuppen stehen bleiben. Pfeil meint dass es hauptsächlich mit dem Holzkörper des Stammes schlecht verwachsene Klebäste seien welche zu Absprüngen werden. Bei den meisten Holzarten sind aber die Absprünge keine Klebäste oder Wassersprossen.

Eine Beziehung der Absprünge zu bevorstehenden Blütejahren zu finden, wie es von unsern Vorfahren, auch Kritische Blätter, 30. Bd. If. S. 192, geschah, ist kaum möglich. Absprünge scheinen sich hauptsächlich in Folge heisstrockener Sommer zu bilden. Die Eiche blüht und trägt aber mehr in heissen als nach heissen Sommern. Die angeführte Pappelart blüht alljährlich mit wahrem Ueberfluss. Die Buche endlich, bei der die Annahme vor allem zutreffen sollte, insofern sie nur in Folge heisstrockener Sommer zu blühen pflegt, bildet unseres Wissens keine Absprünge.

Abgesehen von der Erscheinung an *Cupressus disticha,* welche als eine Folge der Winterkälte angesehen werden muss, suchen wir den Grund der Absprünge, an denen man öfters später noch neben unvollkommenen Knospen todte Blätter hängend findet, in der Herbsttrockenheit des Baumesinnern. Auch Obstbäume bekommen ja im Sommer und Herbst gern todtes Holz, sie stossen es aber nicht gelenkartig ab.

Eine „Abgliederung“ frischer unentwickelter Hauptsprossen an jungen Linden und Eichen, an Platane, Hasel und vielen ausländischen Gewächsen

[1] Botanische Zeitung, 23. Jahrg. 1865. S. 113.

mitten in der Sommerentwicklung, wie sie nach Mohl von A. Röse, Forst- und Jagdzeitung, 32. Jahrg. 1866. S. 71, angeführt wird, ist uns als natürliche, nicht durch klimatische etc. Umstände herbeigeführte, Erscheinung unbekannt.

Selbstverständlich sind mit vorstehenden „Absprüngen" die von Thieren abgerissenen oder abgebissenen Zweigchen nicht zu verwechseln.

Auch äusserer mechanischer Ursachen, welche die Astentwicklung und Kronenform beeinflussen, sind es mehrere.

Bekanntlich wachsen die Aeste der Bäume am Meeresstrand und auf Kuppen oder in sattelähnlichen Einsenkungen nicht zur regelmässigen Krone, sondern in mehr oder weniger bizarrer Weise, und oft lang- und einzelnästig vom Wind ab. Hofmeister erklärt solches als Folge des beständigen einseitigen Anschlagens der Meteore und erinnert daran dass junge Sprosse an welche er ein Uhrpendel anschlagen liess, sich von diesem abwandten. Auch verschiedene andere ein- oder mehrseitige Erschütterungsfolgen scheinen theils hieraus theils aus dem Einflusse gezerrter Rindegewebe erklärt zu werden. Nicht bloss soll deren theilweise Lähmung eine Verdickung an der betreffenden Stelle zur Folge haben, sondern auch nach den Knight'schen Versuchen der Stamm der Bäume an den vom Winde misshandelten Stellen dicker werden, solche die sich vom Sturme getrieben in der Richtung der letztern hin- und herbewegen, in derselben liegende elliptische Form annehmen (s. S. 186), überhaupt, nach Hofmeister, mit vielseitigen Beugungen eine Verlängerung des ganzen Sprosses verbunden sein.

Mit manchen der vorstehenden Erscheinungen, sofern sie den erblichen Karakter annehmen, gerathen wir in die Bildung der Abarten hinein (S. 251).

Ausserdem schwankt die Stellung der Aeste einigermassen unter dem Einflusse vorübergehender leichter Eindrücke. So des Frostes. Ein Tieferherabhängen von Zweigen unter den einen, ein straffes Ausgestrecktsein unter den andern Verhältnissen, abgesehen vom belastenden Einflusse von Schnee, Regen etc., entging aufmerksamen Waldgängern nicht. Eine

genauere Erörterung hierüber verdankt man Dr. Caspary.[1] Seine Beobachtungen erweisen dass die Bäume dem Kältegrad proportional die Lage ihrer Aeste und Zweige verändern, der letzteren rascher als der ersteren. Dabei bewegen sich dieselben nicht allgemein in der gleichen Richtung. *Acer negundo* und *Pterocarya caucasica* z. B. richten ihre Beastung auf, Lärche, Schwarz- und Weymouthsföhre, sowie kleinblätterige Linde senken sie; gemeine und rothe *(rubra)* Rosskastanie, Haine, auch Kreuzdorn senken sie erst bei geringeren Graden und richten sie dann bei grösserer Kälte auf. Nebenbei zugleich richten ihre Aeste nach links *Acer negundo*, die genannten beiden Rosskastanien, Haine. Wogegen die Aeste eine Bewegung nach rechts zeigen bei Lärche, Schwarz- und Weymouthsföhre, *Pterocarya*, Kreuzdorn und kleinblätteriger Linde.

Dass die Richtung der Aeste bei gleicher Temperatur in verschiedenen Jahreszeiten nicht dieselbe war ist begreiflich. Nicht die Feuchtigkeit der Luft ist hieran Schuld. Caspary fand sie ausser Zusammenhang mit den Erscheinungen. Er erwartet dagegen einigen Aufschluss durch den exzentrischen Wuchs der Aeste. Sicherlich spielt eine grosse Rolle auch der nach Jahreszeiten wechselnde Saftgehalt der Bäume mit welchem sich die Spannung der Holzfasern ändert. Ausserdem wäre der Einfluss von Kernholz und Rinde zu bestimmen. Ob die Bewegungen vom ganzen Zweig oder nur von der Ansatzstelle, gleichsam einem Gelenk ausgehen, dürfte an schön geraden Aesten ermittelt werden können.

Schliesslich eine allgemeine Bemerkung in Betreff des Mengeverhältnisses der Beastung zum Schaftkörper. Je besser der Boden desto dichter der Schluss des Waldbestandes und desto geringer die Reisigmenge und umgekehrt. Es kommen jedoch Ausnahmen vor. Im Eichsfelde, z. B., auf trockenem Muschelkalk, schliesst sich der Buchenbestand bei geringem Zuwachse schlecht und gibt nichts desto weniger sehr wenig Reisig.

[1] Report of the International Horticultural Exhibition and Botanical Congress, London 1866.

IX. Splint, reifes Holz, Kern.

Das Holz woraus der jugendliche Baum und die jungen Schichten alter Bäume bestehen, nennt man Splint. Denselben weisses Holz zu heissen, wie es von Holzarbeitern geschicht, ist unrichtig, weil er nicht bei allen Baumarten weiss ist, wie bei Pfaffenhütchen oder Pappel, sondern gelbe, röthliche, auch grünliche Farbe zeigen kann (Buchs, Buche, Stechpalme). Der Engländer heisst den Splint sehr passend *sap wood,* Saftholz.

Bei einem Theile der Holzarten nimmt aber der Splint mit einem gewissen Alter im Innern des Baumes eine blasse, hellere Farbe an, indem die hier befindlichen älteren Holzringe immer trockener und unfähiger werden Saft zu leiten. Wir nennen solches Holz, das beispielsweise bei Linde, Pfaffenhütchen (Fig.) und Fichte zu sehen ist, reifes Holz.

Bei einem andern Theile der Bäume tritt ausser Splint und reifem Holze, noch weiter nach innen gelegen, das eine sattere Farbe führende Kernholz auf. Wo sich alle drei, Splint, Reifholz und Kern zusammenfinden (Fig.) bildet das sich nur durch Trockenheit vom Splint unterscheidende Reifholz



häufig nur einen schmalen Gürtel um den dunkel gefärbten Kern. Dieser Kern ist gewöhnlich eben so saftarm oder noch saftärmer als das reife Holz und von verschiedenster Farbe bei den einzelnen Holzarten, braun bei Eiche, roth bei *Gymnocladus,* purpurn bei *Caesalpinia,* gelb bei *Maclura* und Perrückenstrauch, gelb-

roth bei *Mahagoni*, blau bei *Haematoxylon*, braungrün bei Zürgelbaum, endlich schwarz bei Ebenholz.

Das Kernholz weicht vom reifen Holz durch seine Farbe, vom Splint aber nicht blos durch diese und grössere Trockenheit, sondern gewöhnlich auch durch namhaft grössere Härte, Schwere und Dauer ab und erhielt desshalb bei den Römern die Bezeichnung *duramen* (im Gegensatze zum hellern Splint, *alburnum*).

Diese grössere Härte und Massigkeit beschäftigte bereits die beiden Naturforscher Buffon und Duhamel. Beide erklärten sich [1] seine Entstehung aus dem von ihnen für leichter gehaltenen Splinte mit Hilfe des durchströmenden Saftes der es verdichte und seine Poren mit festen Theilen erfülle. Denselben Standpunkt hielten neuere Forscher wie A. de Jussieu [2], Payen [3] und Th. Hartig [4] ein. Dieser schöpfte zu Erklärung der vorgenannten Eigenschaften des Kernholzes einen eigenen organischen Stoff, das Xylochrom, und lässt von diesem nicht nur die Kernholzfarbe liefern, sondern auch die Splintholzfaser zur Kernholzfaser verdicken und die Zellräume mehr oder weniger, beim Ebenholz aber gänzlich ausfüllen. Dieses Erfülltsein des Kerns mit Holzmasse erklärte auch den Holzpräparatoren in einfacher Weise warum das Kernholz sich nicht will mit fäulnisswidrigen Stoffen imprägniren lassen.

Erst Rossmässler [5] wich von dieser Auffassung des Kernholzes ab und erklärte dessen Bildung als den ersten Akt der chemischen Veränderung des Splints, endigend mit der Fäulniss. Nach ihm sind die Zellmembranen des Splintes nicht bemerklich dünner als im Kern, was freilich auch Th. Hartig [6] früher abweichend von seiner neuern Ansicht mit

[1] Mémoire de l'Académie des Sciences, 1737, p. 130.

[2] Cours élémentaire de botanique. Paris 1842, p. 9.

[3] Mémoire sur la conservation des bois. Paris 1861, p. 9. 12.

[4] Lehrbuch für Förster, 1861, I. Theil, S. 256.

[5] Tharandter Jahrbuch, 4. Band. 1847. S. 186.

[6] Forstliche Culturpflanzen Deutschlands, 1840. Erklärung der Tafel 12, Fig. 9.

den Worten gesagt hatte, „der Uebergang des Splintes in Kernholz beruht nicht in einer Verdickung der Faserwände.“

Auch Mulder und nach ihm Schacht[1], sich auf das Vorkommen von Ulminsäure im Kernholze des Ebenholzes und auf den Aasgeruch des dunkeln Kerns von *Laurus foetens Ait.* stützend, endlich auch Sanio[2], welcher zugleich leugnet dass im Kernholze noch Stärkemehl abgelagert sei, erklären den Vorgang für eine Zersetzungserscheinung, eine Humifizirung, und die Färbung des Kernholzes für eine Veränderung der im Holz angehäuften Stoffe. Sanio macht dabei die [für die eigentlichen Kernhölzer] sehr richtige Bemerkung dass das Holz für menschliche Zwecke seinen Werth erst erhält wenn es im Pflanzenleben seine Bedeutung verloren hat.

In der That zeigen an den Laubhölzern vollkommen vergleichbare Partieen Kern und Splint keinen Unterschied in der Dicke der Zellmembranen. Grössere Härte und Schwere des Kernholzes erklären sich bei ihnen in anderer Weise. Schon so lange der Kern im jungen Baume noch Splint ist, zeigt er nämlich das spätere hohe Gewicht[3]. Beim Uebergange zu diesem erhält er also nichts als eine andere Farbe. Desshalb fand auch schon Duhamel[4] an einem acht- bis zehnjährigen, also noch kernlosen Eichenraitelchen die Abnahme des spezifischen Dürrholzgewichtes vom Fusse zum Gipfel, wie an Bäumen die Kernholz haben. Wenn das spezifische Trockengewicht des Eichenholzes, an stärkeren Bäumen in der Regel vom Kernholz zum Splinte sinkt, so erklärt sich dies in verschiedener Weise. Einmal dadurch dass das Holz aller ganz jungen, selbst im Schluss erwachsenen Eichen auffallend dicht und kleinporig ist. Sodann aus dem freien Stande dessen sich in der Regel die Eiche in der Jugend erfreut und dem geschlossenen in welchen sie später tritt: ersterer ein weiterer Grund dichten Holzes im Innern, letzterer in Verbindung mit

[1] Der Baum, 1860. S. 190 u. 204.

[2] Botanische Zeitung, 18. Jahrg. 1860. S. 202.

[3] Kritische Blätter der Forst- und Jagdwissensch., 47. Bd. I. Heft. S. 143.

[4] Exploitation des bois, p. 110.

dem Engerwerden der Holzringe ein solcher für Ausbildung leichtern Holzes.

Die oft sehr schönen Farben von Kernhölzern waren ohne Zweifel in anderer Form schon im Splintholze vorhanden und entwickelten sich erst mit dem die Kernbildung einleitenden Saftloswerden. Nun kann man unwahrscheinlich finden dass die schönen Farben des Kerns Erzeugnisse von Fäulniss seien. Indessen erscheinen ja auch die gelben und rothen Färbungen der Blätter mit deren Ableben und erst wenn die Blätter braun geworden, sind sie als todt zu betrachten, wie der Kern welcher die Lebhaftigkeit des Farbstoffs verliert und Fäulnissgerüche annimmt. Bei der Silberpappel z. B. beginnt die sehr früh eintretende Entmischung des Kernholzes mit schön gelber Farbe. Unmittelbar darauf greift die Zersetzung Platz, das Holz verliert den Zusammenhang, zerreisst, und stinkt bald darauf entsetzlich, das schmale gelbgefärbte Säumchen rückt mit der Zersetzung immer weiter nach aussen.

Die Schönheit der Kernholzfarbe ist somit kein Beweis für ihren primären Ursprung. In der That zeigt nicht selten das Eichenholz schön rothe Farbe in der Umgebung von anbrüchigen den Bohrkerfen zur Wohnung dienenden Stellen. Ebenso sahen wir in einem halbkranken *Acer negundo* in offenbar anbrüchigem Kernholz eine stellenweise dunkelpurpurrothe Farbe. Solche ist so sicher Zersetzungserzeugniss als die grüne in der Umgebung des häufig schwarzen Marks der gewöhnlichen Ahornarten.

Die Farbe des Kerns entsteht überdies häufig in Folge von Frost und mechanischen Verletzungen, an Pickstellen vom Specht, durch Hagelschlag, Baumschlag u. dgl. So z. B. an *Lonicera xylosteum* (Fig.), wo jede Rindebeschädigung einen kernfarbigen Strahl nach innen verursacht.

Merkwürdiger Weise kann auch inmitten des Kerns eine Stelle vereinzelt im Splintzustande verbleiben. An einer

Scheibe Pockholz aus Afrika war mitten im Kern ein überwallter Baumschlag zu bemerken. Dieser war unmittelbar unter den Ueberwallungsringen schwarz. Von da gegen das Mark aber befand sich eine stumpf dreieckige Stelle von der hellen Farbe des Splints. Sollte hier Austrocknung der Annahme der Kernfarbe im Wege gestanden sein?

Wäre die Bildung des Kernholzes nicht ein Entmischungs-, sondern ein Prozess ähnlich der Ablagerung von phosphorsaurem Kalk in den noch weichen Knochen der Kinder, so würde der Umfang desselben bei manchen Holzarten (*Sorbus*) nicht eine ganz unregelmässige Form annehmen und hier nicht wie von einer gefärbten Saftmasse in ganz ungleicher Weise gewässert aussehen.

Dass der Kern leicht faulte, giengen ihm nicht die dazu nothwendigen Stoffe ab, dürfte die Leichtigkeit erweisen, womit an frischen Kernscheiben die auf ein Steinpflaster gelegt werden, lediglich der Kern sich schon nach einigen Tagen mit Schimmel überzieht.

Oben war von den Fäulnissgerüchen die Rede wodurch sich einige Holzarten auszeichnen. Es liessen sich deren noch viele aufzählen. So der der Platane nach Rossdung, der anderer nach halbgahrem Leder, stinkenden Insekten u. drgl. Sogar angenehme Gerüche des Holzes wie derjenige der türkischen Weichsel, ja sicherlich auch der veilchenähnliche bei *Acacia homalophylla Cunn.* entwickeln sich erst mit der Zersetzung des Splintholzes. In diesem existiren sie, wenigstens bei ersterem, in anderer Form.

Die grössere Härte des Kerns am frischgefällten Baume rührt, wo nicht von ursprünglich d. h. zur Splintzeit dichterer Masse, von seiner grösseren Trockenheit her.

Die längere Dauer verdankt es seiner Armuth an Substanzen (Kohlenhydraten und Proteïnkörpern) welche ebenso sehr die Fäulniss begünstigen, als die holzzerstörenden Kerfe, insbesondere den Splintkäfer anlocken.

Freilich würde nach Th. Hartig (Botanische Zeitung, 1859. S. 112) in gesundem Kernholz alljährlich, wenn auch in geringerem Grad als im

Splint, Auflösung und Wiederansammlung von Mehl stattfinden. Dies muss aber wohl auf Täuschung beruhen und könnte höchstens noch vom Umfange des Kerns gelten. Denn gewöhnlich sieht man unter dem Mikroskop in den Markstrahlen an der Grenze von Splint und Kern das Stärkemehl verschwinden, überhaupt eignet sich der Kern wenig dazu, wegen seiner Trockenheit. Wir wissen freilich nicht welcher Art der untersuchte Kern war wovon Th. Hartig sagt dass er zur Zeit des Blutens in der Nähe des Marks früher nass werde als in den äussern Schichten.

Auf Irrthum beruht ferner das dem Laien auffallende Erfülltsein der Poren von brauschem Holzkern mit weisser Materie. Wir erkennen bald dass diese aus nichts anderem besteht als aus mattweiss gewordenen Thyllen die im Splinte noch glänzend hellbraun gewesen. Die eigentlichen Splintbäume wie Haine, Ahorn und andere, welche bis zu einem hohen Alter auch im Innern saftleitend bleiben, lagern ohne Zweifel durch den ganzen Holzkörper Nährstoffe ab.

Von den Harzbäumen hat ein Theil, wie die Fichte, nur reifes Holz, ein anderer, z. B. Eibe, Wachholder, Weymouthsföhre, einen gefärbten aber harzlosen Kern, noch andere nach Art der gemeinen Föhre harzigen, oft von Harz strotzenden gefärbten Kern.

H. Mohl [1] bringt den Harzreichthum von Föhren- und Lärchenholz im Vergleiche mit dem von Fichten und Tannen in Zusammenhang mit den zahlreichen und ziemlich grossen Harzporen der erstern. In der That verdanken ihnen Föhre und Lärche das Austreten von Harztröpfchen aus dem Splint eines abgehauenen Baumes, während die Erscheinung bei Fichten und Tannen nur beschränkt oder gar nicht möglich ist. Den Reichthum eines Baumes an Harz überhaupt und den Harzgehalt des Kerns können wir aber damit kaum erklären. Der Unterschied im Harzgehalte der Schwarzföhre und gemeinen Föhre ist weit grösser als die Verschiedenheit hinsichtlich der Harzporen, und die Lärche die an Zahl und Grösse der Harzporen ungefähr der Föhre gleichsteht, legt, wenigstens in hiesiger Gegend, allgemein einen schön rothen, im Ganzen aber harzleeren Kern an. Selbst bei Hereinziehung der Beschaffenheit der Rinde hinsichtlich der harzführenden Organe dürfte es

[1] Botanische Zeitung, 17. Jahrg. 1859. S. 340.

schwer sein sich Rechenschaft darüber zu geben, warum das eine Nadelholz im Kern in der Art von Harz strotzt, dass alle Hohlräume der Gewebe davon erfüllt sind, während ein anatomisch ähnlich gebautes Holz wenig oder kein Harz enthält.

Dass die Ablagerung des Harzes im Kerne der Nadelhölzer noch ein Ausfluss der Lebensthätigkeit ist, wie Th. Hartig bemerkt, ist unzweifelhaft. Ebenso unbestreitbar aber auch dass der Kern in den sich das Harz ergossen hat, als abgelebtes Holz zu betrachten. Denn gewöhnlich ergiesst sich aus ihm nicht mehr wie beim Splinte, Harz aus den Poren. Der Nadelholzbaum pflegt nach allen Theilen Harz zu führen. welche keinen eigentlichen Saftzufluss mehr erhalten oder im Absterben begriffen sind, wie Aststümmel, Schälwunden u. dgl. Alte, todte, schwarze Tannenaststümmel, nach H. Mohl auch die innern Holzschichten des untern Endes noch lebender älterer Tannenäste können von terpentinreichem Harze strotzen. So wird auch zu erklären sein dass sich Föhrenstöcke mit der Zeit erst recht mit Harz zu füllen pflegen. Ohne Zweifel zieht sich dasselbe aus den Wurzeln nach dem Stocke, wie auch öfters von gesunden nach einer kranken Wurzel. Mohl[1] lässt aber, vermuthlich auf Th. Hartig[2] gestützt, auch vom vermodernden Splinte der Stöcke das Harz sich nach dem Kern ziehen und zwar wie er annimmt, theilweise durch die Markstrahlgänge. Das stünde im Widerspruch mit den vorstehenden Verharzungserscheinungen am verletzten Baum.

Mohls weitere Annahme, dass die Verharzung des Kerns in Verbindung stehe mit dem Schwinden des wässerigen Saftes aus demselben entspricht den sonstigen Vorgängen bei der Kernbildung. Nur ist zu bemerken dass auf gewissen Bodenarten zwar der Saft aus dem Kern schwinden, aber die Harzablagerung dennoch unterbleiben kann. Also sind wiederum äussere Umstände von Einfluss auf die Verharzung.

Auch radiale oder kreisförmige Klüfte des Innern von harzreichen Nadelhölzern füllen sich gern reichlich mit Harz.

[1] A. a. O. S. 340.

[2] Naturgesch. der forstl. Kulturpflanzen, S. 66.

Solches selbst bei Bäumen wie z. B. Lärche, die hier zu Land ihren Kern nicht zu verharzen pflegen.

Das Massenverhältniss des Kernholzes zum Splint ist kein feststehendes, hängt vielmehr von manchem Sonstigen ab. Der junge Baum enthält nur Splint. Mit der Entwicklung des Kerns im ältesten Holze sinkt der Splint an Masse mehr und mehr im Verhältnisse zu letzterem. Dies wird deutlich bei Essigbaum und Perrückenstrauch, bei welchen am Stamme schon der zweite oder dritte Ring unter der Rinde sich in Kern umzuwandeln pflegt. Aber auch an alten Eichen mit nicht mehr als doppelter Fingerbreite des Splintrings, oder an mehr als meterdicken Hochgebirgslärchen mit kaum mehr als 1 bis 2^z Splint, endlich an schenkelsdicken Eiben mit kaum 4^{mm} Splintbreite.

Weil die Kernbildung oder nach unserer Auffassung das Ableben der Splintringe nach einer gewissen Anzahl Jahre erfolgt, steht die Masse des Kernholzes im umgekehrten Verhältnisse zur Ueppigkeit eines Baumes d. h. zur Breite seiner Jahresringe. Eine mannsdicke Heckeneiche kann eben Kernholz zu entwickeln anfangen, eine gleich alte armsdicke kümmerlich erwachsene Eichstange bereits so viel Kern enthalten als Splint.

Die Zahl der Jahresringe woraus der Splintgürtel besteht, nimmt trotz dessen beständigem Schmälerwerden mit dem Alter zu und kann alsdann ein Mehrfaches von der in der Jugend zu beobachtenden Zahl betragen.

Aus Vorstehendem erhellt dass Angaben über die gewöhnliche Splintbreite verschiedener Hölzer eine grosse Schärfe nicht zeigen können. Bei der nordischen Föhre z. B., von Stärke und Alter wie sie als Mastbaum zu dienen pflegt, findet man $^1/_6$, $^1/_5$, ja selbst $^1/_3$ ihres Durchmessers Splint. Ohne Beigabe ungefähren Alters oder Durchmessers haben solche Angaben gar keinen Werth.

Die Ausbildung des Kernholzes in den einzelnen Theilen des Baumes zeigt manche Sonderbarkeiten. In der Krone kann die Kernbildung erst mit dem sechsten Jahre beginnen,

während sie im Stamme mit dem dritten stattfindet. Zuweilen ist Kernbildung im obern Stamm vorhanden, während sie am Fusse fehlt. So bei Buche. In den Achseln der Aeste ist der Kern häufig besonders stark entwickelt. In der Astwurzel $^9/_{10}$ des Durchmessers einnehmend beträgt er auf Fingerlänge weiter aussen kaum $^6/_{10}$ (Föhre). In ausgebauchten Stammestheilen pflegt der Kern gegen die Rinde etwas vorzuspringen, d. h. mehr Jahresringe zu umfassen als rechts und links davon. Wo der Kern, wie manchmal in den starken Wurzelästen am Stock in Form eines zungenförmigen Streifens sich gegen die Rinde hinzieht, ist sein seitlicher Umriss, wohl in Verbindung mit begrenzenden Markstrahlen, oft staffelförmig.

Bei *Prunus* und *Amygdalus* geht die Farbe des Kerns häufig in der Grenze der Holzringe, also kreisförmig, dem übrigen Holze voraus.

X. Wandlungen der Rinde.

Die Epidermis oder Oberhaut ist bei der grossen Mehrzahl der Holzarten hinfällig d. h. platzt und schülfert oder nutzt sich wenige Jahre nach ihrer Entstehung ab. Nur bei wenigen, z. B. der Stechpalme, erhält sie sich eine Reihe von Jahren, und so lang es der Fall ist, scheint durch die Oberhaut die grüne Rindehülle durch.

Bei den andern Holzarten pflegt sich schon im ersten oder zweiten Jahr eine durch ihre dunkle d. h. braune, graue etc. Färbung die grüne Hülle verdeckende Korkschicht unter der Oberhaut auszubilden. Diese kann wie bei der Rothbuche ganz dünn bleiben und sich bis in ein hohes Alter des Baumes durch weitere Zellenentwicklung und Streckung kreisig geschlossen erhalten. Bei *Acer striatum* scheint sie auch grossentheils geschlossen zu bleiben, oder wenigstens die durch ihr Rissigwerden entstehenden Spalten wieder auszuwachsen und zur ganzen glatten hornartigen Schichte zu werden. Bei Spitzahorn wird die Korkschicht regelmässig gerieselt rissig, wächst ebenfalls in den Rissen nach, löst und reibt sich aber in seinen äussern ältern dünnen Lamellen staubschuppig ab. Aehnlich, nur in noch breiteren Längsstreifen die Korkschichte der Haine.

Ein hohes, oft sehr hohes Alter erreicht das Rindeparenchym. So bei der Buche in ihrer gewöhnlichen Form, oder der Lorbeerweide. An ihnen bildet sich über der Parenchymschichte keine dicke Korklage aus. Wo diese auftritt, pflegt die Parenchymschicht mehr und mehr zurückzutreten und ihre Thätigkeit auf die Nachbarschaft der Rinderisse zu be-

schränken. Aber auch wo es alt wird, erreicht es selten eine besonders starke Entwicklung.

Anders kann es bei der Korkschicht sein, wenn diese, wie bei Korkeiche, Ulme oder Massholder, einen wesentlichen Bestandtheil der Rinde ausmacht. Alle andern Schichten können vor ihr in den Hintergrund treten.

Am meisten aber schwankt im Bau die Bastlage. Diese kann sich alljährlich in Form einer ganzen Lage oder auch fast gar nicht verdicken, in einzelnen Fällen in Wirklichkeit unverändert bleiben.

Im erstern Fall ist es möglich das Alter des Baumes beiläufig in den Bastschichten abzuzählen, und sind die letztern um so zusammenhängender und lebensthätiger, je näher sie dem Holze liegen. Das erkennt man sehr leicht an der Wurzel von Bäumen deren Rinde in den Bastschichten Lebenssaftgefässe enthält. In der Wurzel des Sumachs z. B. sind offenbar die äussersten sparsamen Milchsaftgefässe die ältesten, die innersten zahlreichen die jüngsten. Erstere haben einen bereits geronnenen, alsbald nach dem Querschnitte wie aus einer Talgdrüse wurmähnlich austretenden Inhalt, letztere ergiessen flüssige Milch.

Bei andern Holzarten lassen sich die Bastschichten verschiedenen Alters gar nicht unterscheiden. Wie früher S. 19 gesehen, wechseln die Bastlagen bei zahlreichen Bäumen mit weichen Siebfasern- oder Parenchymlagen ab (Linde). Wuchern diese in der Folge vorwiegend oder ausschliesslich, so kann dadurch die Bastschicht ihren eigentlichen Karakter der Bastfaserhaltigkeit verlieren und zu einer nur oder fast nur von Markstrahlverlängerungen durchzogenen Parenchymschicht werden. So z. B. bei der stets nachwachsenden Rinde der Platane, deren Lappen nach Hanstein gar keine Bastfasern, nach Th. Hartig S. 267 nur im Innern Siebfasergewebe enthalten, oder bei Ahorn und Buche. Besonders merkwürdig ist das gänzliche Fehlen von Fasergewebe in der Rinde des Schlingstrauchs, *Viburnum lantana.*

Die spätere Beschaffenheit und der äussere Anblick

der Baumrinde hängt mit der vorzugsweisen Entwicklung dieser oder jener der aufgezählten Rindeglieder und ihrem Verbleiben oder Absterben und Abfallen zusammen.

Die einen, wie die Buche und bis in höheres Alter der Silberahorn, erhalten sich ihre wenn auch dünne Korkschicht als glatte Umhüllung. Andere, so Korkeiche und Korkulme, entwickeln eine grosse Masse Kork der den Baum mit einer gleichmässigen oder unterbrochenen und verschiedene Formen annehmenden Decke überzieht, welche noch an den ältesten Bäumen vorhanden zu sein pflegt.

Eine grosse Anzahl anderer Baumarten entwickelt in verschiedenem Mass eine eigentliche Bastschichte. Sie erhält und verstärkt bei den einen das Wachsthum des Baumes (Linde, Tulpenbaum). Bei andern wo die Bastbildung nach den ersten Jahren aufhört, verliert sich die anfänglich entstandene fast gänzlich in dem sich mehrenden und häufig mit Knorpel(Stein-)zellen erfüllenden Rindeparenchym.

Besonders merkwürdig ist der Vorgang der Veränderung bei den Bäumen welche ihre Rinde im höhern Alter stark aufreissen oder gar in Lappen oder Schuppen abfallen lassen. Entweder geschieht solches ohne grosse Dickeentwicklung der Rindeschichten. Die schwache Lederschichte löst sich alsdann in Form von dünnen Lappen. Bei der Dehnung der zurückbleibenden dicken Bastschicht reisst diese äusserlich in kleinen Klüften ein, welche mit den darunter liegenden zu weichem Parenchym erweiterten Markstrahlen in Verbindung stehen. Die unterbrochen gerieselt anzusehende ältere braune Rinde des Baumes löst sich auch ferner in dünnen Lappen ab, in Folge Zwischenbildung von Lederkork (Kornelkirsche, Ulme etc.).

Oder die Lösung von Rindelappen erfolgt in einem grössern Massstab. Anscheinend ohne äussere Veranlassung sterben hier ganze inselförmige Partieen der Rinde von aussen bis auf eine gewisse Tiefe, gewöhnlich bis in den Bast hinein ab. Zwischen ihnen und der bleibenden lebenden Rinde entwickelt sich ein scheidendes Korkgewebe, dessen Entwicklung das Absterben der Rindelappen beschleunigt und den Baum

gegen Austrocknung schützt. Die in der angegebenen Weise sich abstossenden Rindelappen nehmen bei verschiedenen Hölzern verschiedene Form an. Bald nämlich bleiben sie wie bei Pappeln und am Fusse von Föhren in langen Längs-, oder wie bei Robinien und Salen in gestreckt netzförmigen Lappen mehr oder weniger, bald lösen sie sich nach einiger Zeit ab, wie bei Taxus, bald alljährlich wie an der Platane. Die Erneuerung der Rinde geht bei letzterer nur von der Bastschicht aus und ist die ans Licht kommende Ersatzrinde gegen aussen grün gefärbt, wie von jungem ans Licht tretenden Gewebe zu begreifen. Es ist diess aber nicht die ursprüngliche Grünschichte des Rindeparenchyms.

Endlich gibt es Holzarten welche alljährlich ringsum und mehr oder weniger tief in die Bastschicht eingreifend Korkschichten bilden, welche das Abgestossenwerden der sie umfangenden ältern Korkmäntel zur Folge haben. Es gehören hieher Reben, Lonizeren, *Clematis-,* auch *Ribes*-Arten. Bei *Lonicera tatarica* bemerkt man an den einjährigen Schossen bereits im Januar, dass die dem Spiele von Frost und Sonne ausgesetzte Seite der Korkschicht abgestorben, gebleicht, die der Winterseite zugekehrte noch lebendig gelbbraun aussieht.

Wie wir gesehen bildet sich bei der Mehrzahl der Hölzer alljährlich eine stärkere oder schwächere Bastlage aus. Wäre sie immer mächtig und deutlich oder ginge sie nicht mit der Zeit theilweise verloren so könnte man das Alter von Bäumen an einem abgelösten Rindestück erheben, brauchte also zu dem angegebenen Behufe nicht den Baum zu fällen. An ziemlich starken Nussbäumen *(Juglans regia, nigra, alba)*, Tulpenbaum, Edelkastanie, Esche, Lorbeerweide z. B. kann man bis zu einem mittlern Alter die Zahl der jährlich entstandenen Bastschichten ordentlich zählen. Allein öfters sind Haupt- und sekundäre Bastlagen nicht sicher zu unterscheiden. Durch Kerfe herbeigeführte Zuwachsschmälerungen machen sich in den Bastlagen wohl auch, aber nicht so auffallend geltend (Hickory) wie im Holzkörper. Zudem sind die Bastlagen im Allgemeinen ungleich schmäler als die Holzringe. Bei alten Bäumen deren Holzringe verschwindend schmal, werden die entsprechenden Bastlagen vollends unerkennbar, wie auch ohnediess bei denjenigen deren dünne Rinde bis in ein hohes Alter geschlossen bleibt (Buche).

Bei denjenigen dagegen deren Rinde mit der Zeit aufreisst, ergibt sich eine andere Schwierigkeit. Mit dem umfänglichen Absterben der Rinde, zumal der aufgerissenen Rindelappen, werden nämlich die äussersten und somit ältesten, ohnediess sparsamsten Bastpartieen undeutlich oder gar mit den abgeschnittenen Borkelappen abgestossen. Solches mehr bei der Rinde der Schwarznuss als bei der dünner und ebener bleibenden des gemeinen Nussbaums. Das Aufreissen der Rinde fördert bei den einen die Bastentwicklung (Steinbuche), damit aber auch öfters den Verlust äusserer Borke und damit Bastschichten, bei der Platane aller mit Ausnahme der jüngsten. Bei den andern wie z. B. Spindelbaum und Haine zieht sich in Folge der Risse die Bildung der Bastschichten unter die erhalten gebliebenen Rindelappen und damit wieder auf ein so bescheidenes Mass zurück, dass die Zählung von Schichten abermals allzu schwierig wird.

In der Wurzel stellen sich häufig die Wandlungen der Rindeschichten des Stamms und der Aeste nicht ein. So bleibt z. B. an derjenigen von *Bignonia radicans* die starke Abblätterung der oberirdischen Basttheile aus und die selbst gelenkstarke Wurzel ist fast ohne Abschülferung, noch bedeckt mit den ursprünglichen, am Stamme längst verschwundenen Lentizellen.

Es ist merkwürdig dass so wichtige und augenfällige Aenderungen im Bestande der Rinde nicht ausschliesslich dieser oder jener Baumfamilie oder -gattung eigen sind. Im Gegentheil. Man findet z. B. die Korkentwicklung nur bei einer Eichen-, einer schlecht begrenzten Ulmen-, einer Ahornart (Korkeiche, Korkulme, Massholder). Ja selbst diese Arten sind im Verhalten ihrer Rinde keineswegs konstant. Korkulmensamen liefern zum Theil glattrindige, diese immer auch korkrindige Bäume. Bei der im Allgemeinen auffallend glattrindigen Buche tritt als Spielart die sogenannte Steinbuche mit anfänglich hauptsächlich der Länge, später auch der Quere nach in eine Menge harter Lappen aufgerissener Rinde, bei welcher die Lappenbildung, in Folge Absterbens vom Gewebe, ziemlich tief in die steinzellenreiche Parenchymschichte eingreift, etwa wie am Fusse stärkerer Birken.

XI. Ersatz verlorner Organe.

Einen eigentlichen Ersatz verlorner Organe wie er theilweise bei den Thieren zu finden, zeigen die Pflanzen nur in beschränktem Masse. Das an die Stelle eines verloren gegangenen Theiles tretende Glied ist gewöhnlich entweder schon vorhanden, somit nicht an derselben Stelle stehend, oder entwickelt sich nur in der Nähe des verlornen. Die nachfolgenden hieher gehörigen Erscheinungen werden das Gesagte klar machen.

Als einen Akt des Ersatzes im weitesten Sinne können wir die Aufrichtung von Aesten an Stelle des verunglückten Gipfels ansehen. Verliert ein Baum seinen Gipfelschoss, so richten sich während der Vegetationszeit im Lauf einiger Wochen ein oder mehrere kleine Zweige, an ihrem Grunde sich gelenkartig biegend, auf und der eine Schoss oder wenn sich deren mehrere aufgerichtet haben, derjenige von diesen welcher über die andern den Vorrang erlangt hat, manchmal auch zwei Zweige, treten an die Stelle des verlorenen. Da der Seitenzweig z. B. bei den Nadelhölzern in der Regel einen andern Knospenbesatz hat als der Gipfeltrieb, rüstet er sich allmählich d. h. im Lauf einiger Jahre zum Gipfeltrieb aus. Selbst Bäume welche wiederholt ihren Jahresgipfel verloren haben, büssen an Längewachsthum nicht viel ein, wenn die Gipfelzweige vom Hauptgipfel an Länge nicht stark übertroffen werden.

Die Erklärung der angegebenen Erscheinung suchen Hofmeister und Sachs (Botanische Zeitung, 25. Jahrgang. 1867. 130 und 132) in der Wirksamkeit der Schwerkraft. Ein Trümmchen von jungem geraden Schoss, auf feuchtes Papier in einem dunkeln Raume gelegt, streckt

sich auf der Unterseite erst in der Epidermis, dann gegen innen bis zum Mark und endlich bis zur Epidermis auf der entgegengesetzten Seite, so dass die Gewebespannung von der untern Seite zur obern allmählich abnimmt, womit natürlich eine Konkavkrümmung des Trümmchens nach oben und, wenn man sich das liegende Trümmchen einseitig festgewachsen denkt, eine Krümmung des entgegengesetzten Endes nach oben verbunden ist. Wirkt hiebei die stärkere Austrocknung auf der Oberseite nicht wesentlich mit, ist vielmehr den Angaben zufolge das nach unten gekehrte Gewebe in der That messbar in der Länge gewachsen, so erklärte sich die ganze Erscheinung aus reichlicherer Ernährung und in dessen Folge lebhafterem Wachsthum der untern Seite des Trumms. Für die Angabe wird zugleich geltend gemacht, dass die entstehende Krümmung an der Stelle stärkster Spannung erfolgt. Bei Bäumen mit hängenden Aesten fehlte zur Aufrichtung, wie bei kriechenden Gewächsen, die nöthige Streckungsfähigkeit und Spannung.

Nun richten sich aber selbst schenkeldicke Seitenäste an Stelle des verloren gegangenen Gipfelastes auf. Man bemerkt es am besten nach Entfernung der Hälfte eines sich gabelnden Gipfels, zumal wenn man den belassenen Ast, wie in nachstehender Figur, mit einem Strick an den zurückgebliebenen



Stümmel des andern gespannt, befestigt hat. Nach wenigen Wochen findet man ihn alsdann nicht nur ohne Strickspannung, sondern über die mittelst des Strickes bewirkte Lage herein gerückt. — Ob dem bleibenden Theile der Gabel die Gewinnung der senkrechten Linie erleichtert wird, wenn man die andere Hälfte statt von ihr einen Stümmel stehen zu lassen, glatt an der Ansatzstelle wegsägt, wäre noch durch Versuch zu ermitteln.

Selbst ganze jüngere durch Schneedruck oder ihr eigenes Gewicht aus ihrer senkrechten Lage gerathene Bäumchen oder Stangen richten sich oft allmählich wieder auf, wobei ihnen die Verdickung durch die neuen Holzringe zu statten kommen kann. Man sieht dabei auch dass sich die gesammten jüngern Zweige der Krone und auch die Gipfel am Stamme herunter befindlicher Aeste nach dem Himmel krümmen.

Als ein höherer Grad von Wiederersatzfähigkeit verdient angesprochen zu werden, wenn an Stelle des verlornen Organs beim gewöhnlichen Gange der Entwicklung nicht zum Vorschein kommende vorhandene Pflanzentheile sich entfalten oder neue solche gebildet werden. Hieher gehören die nachfolgenden Erscheinungen.



An vielen Bäumen ergänzt sich der Gipfeltrieb, sofern mit ihm auch die Nebentriebe verloren gegangen sind, durch schlafende oder sich neubildende Knospen. Bei der Föhre (Fig.) z. B. entwickeln sich unter den angegebenen Umständen aus den Blattscheiden (Kurztrieben) Knospen die zu Gipfelschossen auswachsen. Im Sommer sind sie schon 14 Tage nach der Entgipfelung zu sehen.

Ratzeburg hat Zweifel über den Werth dieser Ersatzknospen für Neubildung von Gipfeln ausgesprochen. In der That verlieren sich ein grosser Theil von den vielen in Folge von Beschädigungen entstandenen Kurztriebästchen aus Blätterscheiden, nachdem sich ein entnadelter bisheriger Gipfel wieder mit Nadeln versehen oder statt eines Hauptgipfels ein Nebenzweig aufgerichtet und an die Stelle des Hauptgipfels gesetzt und nunmehr den überschüssigen Saftzufluss zu verarbeiten angefangen hat. Sorgt man aber z. B. an entästeten Stämmchen durch Ausbrechen von konkurrirenden Schossen (Kritische Blätter, 49. Jahrg. I. S. 48) oder sorgen die Umstände für Begünstigung eines kräftigen Kurztriebschosses, so kann dieser unzweifelhaft zum später nicht mehr als ursprünglicher Kurztrieb erkennbaren Hauptgipfel werden.

Der letzteren Mittel bedient sich der Baum, wenn er der Seitenäste beraubt wird und dieselben wieder zu ersetzen das

Bedürfniss hat. Nicht jede Baumart fühlt dieses in gleichem Masse, nicht jede ferner kann es befriedigen. Denn letzteres setzt das Vorhandensein von Kurztrieben oder schlafenden Knospen voraus. Aus Mangel an solchen bleiben Aspen und Eschen, die die Aeste verloren haben, leicht schaftkahl. Auch Aststümmel von Ahorn treiben keinen Ausschlag und werden dürr.

Noch mehr macht sich das Vorhandensein zahlreicher schlafender Knospen oder die Fähigkeit neue Knospen zu entwickeln, geltend an abgehauenen Bäumen d. h. Baumstöcken. Lässt man diesen eine namhafte Höhe z. B. von 1^m und entrindet sie, so wird dadurch, wie es scheint, die dünstende Oberfläche des Stockes dermassen vergrössert dass der Saftzufluss von der Wurzel aus nicht mehr hinreicht und das ganze Individuum zu Grunde gehen kann.

Bleibt der Stock kürzer, z. B. 30 Cent. hoch, so pflegt er bei der Mehrzahl der Holzarten auszuschlagen. Bei den einen brechen zwischen Hiebsfläche und Boden längs des Stockes schlafende Knospen zu Schossen aus. So bei der Eiche. Bei andern, wo die schlafenden Knospen tief unten, am Boden oder gar tief an den starken Wurzelverzweigungen sitzen, wozu Birke und Hasel Beispiele liefern, erscheinen auch die Ausschläge am Fusse der Stöcke gleichsam aus dem Boden. Der oberirdische Theil des Stockes stirbt hier allmählich ab. Noch andere Baumarten dagegen, wie Buche und Rosskastanie, deren Schäften schlafende Knospen in sparsamer Anzahl oder gar nicht verliehen sind, entwickeln nach Bildung eines Zellgewebwulstes zwischen Rinde und Holz am Umfange der Hiebsfläche neue (Adventiv-) Knospen.

Auch an Stämmen denen man einen Ring von Rinde weggenommen hat, bilden sich am untern Theile desselben nicht selten Adventivsprossen zwischen Holz und Rinde. So bei Ulme [1] und Eiche. [2] Selbst an Birke sahen wir unter solchen Umständen Wulst und Ausschlag, welche aus der Innenseite der Rinde herausgewachsen zu sein schienen.

[1] Physique IV. p. 58.

[2] Hartig, Lehrbuch, S. 367.

Der Unterschied im Ursprunge der Lohden, aus schlafenden oder aus Adventivknospen, hat Einfluss auf ihre Dauerhaftigkeit, wie Th. Hartig durch die oben S. 143 gelieferte Figur erläutert.

Der aus einer schlafenden Knospe hervorgegangene Ausschlag (a) steht durch Mark, Holzringe und Rinde in organischem und mechanischen, also ungefähr demselben Zusammenhange mit dem Holz- und Rindekörper des Stocks, wie ein gewöhnlicher Ast.

Der Adventivast (b) dagegen sitzt auf einem zwischen Rinde und Holz eingeschobenen Gewebekeil, welcher zwar in Verbindung steht mit dem laufend entstehenden Holzring, dessen später sich entwickelnde Holz- und Bastlage jedoch, wie bereits Duhamel sagt, blos mit dem Baste der Rinde des Stocks, nicht mit dessen Holzkörper in Zusammenhang tritt, so dass er leicht sammt anhängendem Rindelappen abgebrochen wird und auch später nicht im Verhältnisse der ferneren Holzbildung an Festigkeit gewinnt, weil das Stockholz oberflächlich leichter der Verwitterung ausgesetzt ist und mit der Lohde nicht verwächst.

Wenn zuweilen aus älterem Ueberwallungswulste sich Triebe entwickeln, so rühren diese nach Th. Hartig nicht von eben sich entwickelnden, sondern von früher entstandenen Adventivknospen her, welche seit ihrer Entstehung in der Entwicklung zurückblieben.

Mit der Entfaltung der Ausschläge Hand in Hand geht die Fortsetzung der Holzringe des Stocks.

Von der durch Verwachsung mit benachbarten Baumwurzeln zu erklärenden Fortbildung der Holzringe an Tannen, Fichten und Lärchen war schon früher (S. 106) die Rede. An der Tanne entwickelt sich manchmal zugleich eine am Stocke sitzende schlafende Knospe oder ein Kurztrieb zu einem die Form einer jungen Tanne annehmenden Ausschlag. An künftig zu findenden ähnlichen Individuen wäre der interessante Einfluss des Ausschlags auf Steigerung des Holzwulstes zu beachten.

Bei den Föhrenarten, zumal einigen nordamerikanischen. kommen Astentwicklungen aus Kurztrieben, schlafenden und nach Hartig eigenthümlichen Adventivknospen häufig vor. Unsere gemeine Föhre, so lang ihr Stock noch nicht über Handgelenkdicke hat, bringt nach dem Abhiebe Kurzschosse oder schlafende Knospen zur Entwicklung, welche den verlornen Stamm ersetzen.

Was im Vorstehenden von Wiederausschlag und Ueberwallung der Baumstöcke gesagt worden, gilt zugleich auch von einem Theile der Aststümpfe. Sie können mit oder ohne Bildung von Ausschlägen überwallen.

Endlich ist zu bemerken dass der Wulst der sich bei den Erscheinungen von Wiederersatz zwischen Rinde und Holz von Stöcken und Aststümpfen bildet, von einer eigenen Rinde bedeckt ist, welche erst im tiefern Theile der Kluft die er ausfüllt, mit dem Innern der alten Rinde in Verbindung steht, allmählich die Eigenschaften gewöhnlicher Rinde annimmt, z. B. bei der Birke sich mit den weissen papierähnlichen Korkschichten bedeckend, auffallenderweise aber auch, in der Fläche der Berührung mit dem von ihr bedeckten Holzkörper, bei weiterer Ueberwallung der Stockfläche, wie durch Resorption [in Wirklichkeit vielleicht durch Beiseitegedrücktwerden] verschwindet, so dass schliesslich das Holz der Stockfläche nur vom dichtanliegenden Holze des Wulstes überlagert erscheint.

Pfeil (Deutsche Holzzucht, 1870. S. 476) lässt „bei Föhren und Tannen die Wurzel jüngerer abgestorbener Aeste so rein ausfaulen und verschwinden, dass man keine Spur mehr davon entdeckt". Solches scheint uns physiologisch unmöglich.

In ganz gleicher Weise überwallen vom Umfange herein ihrer Rinde beraubte Stellen, wie auch „Inschriften[1] und Zeichen" welche bis auf oder in das Holz reichend an Stämmen angebracht worden sind. Da sie von der seitlichen Ueberwallung einmal geschlossen, in der Folge wie die Umgebung alljährlich

[1] Göppert, über Inschriften auf und in lebenden Bäumen. (Jahrb. des schles. Forstvereins, 1868, S. 252.)

vom Holzring überlagert werden, zeigt die Zahl der zur Zeit des Hiebs darüber befindlichen Holzringe sammt der Zahl zur Ueberwallung nöthiger Jahreswülste genau das Jahr der Beschädigung, das Alter der Inschrift an. Den Laien überrascht es ein Kreuz, eine Jahrszahl, oder einen Namen, später sowohl auf der Rinde als auch entsprechend auf eine gewisse Tiefe im Holze zu finden. Der geschilderte Vorgang der Ueberwallung von Wunden der angegebenen Art, welche tiefer als die Rinde gehen, macht dieses Doppelvorkommen der Spuren zur physiologischen Nothwendigkeit.

Als eine eigentliche Wiedererzeugung kann man die unter Umständen eintretende Bildung einer neuen Rinde an Stelle einer auf mechanischem Wege verlorenen betrachten.

Wird nämlich ein Stamm durch Frost, Hitze, ein anfahrendes Fuhrwerk u. drgl. eines Stückes Rinde beraubt und zugleich die darunterliegende jüngste Holzschicht getödtet oder ausgetrocknet, so erfolgt die Bedeckung des blossgelegten Holzes nur durch Ueberwulstung, d. h. Ausdehnung der demnächstigen Holzringe über die Wunde herein, wie bei der Ueberwallung von Stöcken und Aststümpfen.

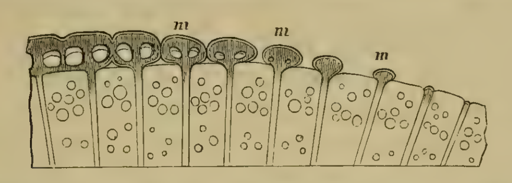
Wurde dagegen die blossgelegte jüngste Holzschicht nicht verletzt und blieb sie gegen Sonne und andere nachtheilige Einwirkungen geschützt, z. B. mit Glas [1] oder Stroh umhüllt, so kann sich, selbst wenn die Wunde Mannshöhe erreichte und den ganzen Umfang des Stammes begriff, und an starken wie an schwachen Stämmen, aus dem Holzkörper heraus eine neue Rinde bilden. Man sieht in diesem Falle auf der rindelosen Fläche kleine, inselnähnlich aussehende, nicht selten an Stecknadelköpfe erinnernde Gewebekörperchen erscheinen, welche sich allmählich ausdehnen und zu einer Rinde zusammenfliessen. Wir wissen durch Th. Hartig [2], dass sie durch Auswachsen der nachbarlichen Markstrahlen (folg. Seite Fig. m, m) entstehen. Trécul [3] lässt sie auch aus den

[1] Duhamel, Physique III. p. 42. 44.

[2] Forstliche Kulturpflanzen Taf. 70. Fig. 1 bis 3.

[3] Kritische Blätter, 45. Bd. I. Heft. S. 75.

benachbarten Holzfasern und selbst Holzröhren hervorwuchern. Hiefür zu sprechen scheint das häufige doppellinige (schlitzähnliche) Hervortreten der Wucherungskörperchen. Begreiflich ist dass diese, wo sie an zurückgebliebene isolirte Reste oder Schnittränder der Rinde stossen, sich besonders stark entwickeln und in Verbindung mit dem unter der Rinde sich entwickelnden Holzwulste (Holzringe) setzen. Abgekratzte Ringwunden erzeugten die Rindekörperchen nicht. In diesen entwickelt sich, wie Th. Hartig durch nebenstehend beiläufig wiedergegebene Figur erläutert, bald eine partielle Holz-



und Bastschichte, welche nachfolgend einer regelmässigen Holzringbildung Platz macht, ähnlich der unter der normalen Rinde erfolgenden. Vollständig an die Stelle der ursprünglichen zu treten vermag die neue Rinde nicht. Denn zunächst erreicht sie nie die Stärke der frühern Rinde. Dazu müsste sie ihre Bastlagen verdicken, was nicht zu geschehen pflegt. Aeusserlich bleibt sie auch ohne Entwicklung von Korkschichten und wie es scheint auch der grünen Hülle, mit ihrem braunen parenchymatischen Gewebe bedeckt. Dieses häufig noch nach langen Jahren durch erweiterte Längsschlitzchen ausgezeichnet, während die gewöhnliche Rinde sich mehr und mehr durch Lentizellenstreckung horizontal streift. Desshalb übernimmt die neue Rinde die Funktionen der ursprünglichen nur theilweise. Sie ist arm an eingelagerten Substanzen. In der Bretagne wird die Stechpalme von Daumen- bis Armsdicke zu Herstellung von Vogelleim geschält. Bei günstiger Witterung ersetzt sie ihre Rinde leicht in der angegebenen Weise. Diese neue Rinde aber enthält so wenig Klebstoff, dass man nicht daran denken kann, sie wie die erste zu gebrauchen. Ihre Dünne und Stoffarmuth machen es somit begreiflich dass

sie weit engere Holzringe ablagert als die natürliche Rinde. Die nicht selten kleinwellige Form der von der neuen Rinde erzeugten Holzringe erklärt sich öfters aus der geschlitzten Zeichnung der Rinde.

Th. Hartig bemerkt schliesslich dass bei Erlen, Vogelbeer und Lärchen die neue Holzbildung nicht selten 6 bis 8 Jahre lang nach Art von Kugelsprossen fortfahre, während sie bei Buche, Haine, Birke, Eiche in der Regel vom zweiten Jahr ab normal verlaufe. Bei Buche ist uns auch das Gegentheil bekannt.

Ob an diesem Unterschiede nicht äussere Umstände die Schuld tragen, besonders auch wie die neue Rinde sich zur Entwicklung von schlafenden und Adventivknospen verhält, die man nicht oder kaum an den mit neuer Rinde bedeckten Schäften zu finden pflegt, ob im hohen Alter an der reproduzirten Rinde Borkebildungen vorkommen können, ob man sich endlich der Erziehung künstlicher Rinde nicht bedienen könne, um lästige Wassersprossenbildung zu verhindern, dürfte noch zu untersuchen sein.

Zählen wir nun die in Waldkultur und Obstbaumzucht vorkommenden verschiedenen Verrichtungen und natürlichen Erscheinungen auf, welche die Reproduktion der Holzgewächse in dieser oder jener Form in Anspruch nehmen.

Beim gewöhnlichen Pflanzen von Bäumen gehen durch mechanische Verletzung und Austrocknen stets eine Anzahl feinerer und häufig auch gröberer Wurzeln verloren. Sie müssen vom Individuum durch Neubildung an benachbarter Stelle und verstärkte Entwicklung vorhandener ersetzt werden. Nach Th. Hartig entwickeln sich die neuen Wurzelkeime in den jüngsten Holzlagen junger oder älterer Wurzeln in deren Markstrahlgewebe.

Dass selbst ein verkehrt, d. h. mit der Krone in den Boden gesetzter Baum aus den in die Luft ragenden Wurzeln Blätterknospen, aus dem im Erdreich befindlichen Kronentheile Wurzeln entwickeln könne, ist unten S. 223 erörtert.

Die Ersatzaufgabe der Stecklinge ist ebenfalls haupt-

sächlich die Bildung von Adventivwurzeln. Nach Th. Hartig [1] nehmen dieselben ihren Ursprung stets in dem Zellgeweb eines Markstrahles, was wir bei durch die Rinde ausbrechenden Wurzeln glauben bestätigen zu können. Besonders gern an den Zweig- und Knospenstellen sich entwickelnd nehmen sie ihren Ausweg häufig durch die einen geringern Widerstand entgegensetzenden Lentizellen, öfters vor dem Durchbrechen zwischen den blättrigen Bastschichten der Rinde sich ausbreitend. Auffallend ist, nebenbei bemerkt, die starke Ausbildung der Lentizellen, so weit sie an Stecklingen unter den Boden zu stehen kommen. Man erinnere sich hiebei, dass auch an den Wurzeln die Lentizellen eine grössere Entwicklung zu nehmen pflegen als am Schafte.

Th. Hartig [2] berichtet dass an entgipfelten Stecklingen die Kambiumbildung zunächst in der Umgebung der ausgetriebenen Knospen und sodann von hier gegen das dicke Ende des Stecklinges fortschreitet, dass aber wenn man dem letztern die Terminalknospe lässt, die Erscheinung unterbleibt.

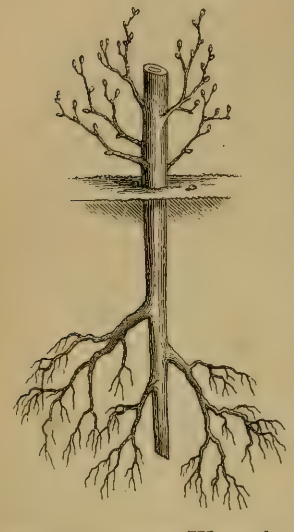
Die Entwicklung neuer Wurzeln erfolgt natürlich um so leichter, je saftreicher der zum Steckling gewählte Zweig, je später er also im Frühjahre geschnitten worden und vermuthlich je weniger gewöhnliche Knospen ihn zum Dünsten reizen. Der Steckling saugt mit der im Boden steckenden Schnittfläche ein namhaftes Quantum Wasser auf, wovon man sich durch einen vergleichenden Wägungsversuch mit Stecklingen überzeugen kann, deren untere Schnittflächen theils mit Wachs verschlossen, theils offen belassen sind. Desshalb ist auch Wasserreichthum des Bodens von nothwendigem Einfluss.

Ist ein Steckling unserer Baumarten [nahe dem in den Boden gesteckten Ende geringelt worden, so bilden sich die neuen Wurzeln nur über dem Ring aus, hatten sie aber vor der Ringelung am Bodenende sich zu entwickeln schon begonnen, so wird ihre Entwicklung unterbrochen und verlegt sich, wie in Fig. S. 114, über die Ringelung.

[1] Botanische Zeitung, 1862. S. 85.

[2] Botanische Zeitung, 20. Jahrgang. 1862. S. 84.

Steckt man Reiser mit ihrem dünnern obern Ende in den Boden (Fig.) so schlagen sie ebenfalls an, jedoch nicht



mit derselben Lebhaftigkeit wie diejenigen welche in ihrer natürlichen Lage in den Boden kamen. Aus dem in die Luft ragenden dickern Theile sprossen Blätterknospen hervor, welche nach kurzer gegen den Boden genommener Richtung sich hakenförmig nach oben krümmen und eine Krone bilden. Das dünne im Boden befindliche Ende entwickelt erst in die Höhe gehende, dann aber sich nach der Tiefe krümmende Wurzeln. Besonders auffallend fand Duhamel, der die vorliegenden Gesetze feststellte, die Ausbildung von der Länge nach verlaufenden Exzentrizitäten überführend von neuen Zweigen zu neuen Wurzeln.

Th. Hartig bemerkt am oben angeführten Orte dass bei ihm an verkehrt in den Boden gesteckten Schnittlingen die Kambiumbildung in vom Boden aufsteigender Richtung, also wie am Baum von den Knospen gegen die Wurzel fortschritt. Aber von dem Kambialwulst aus, der sich an dem nach oben gekehrten Ende dieser Stecklinge gebildet hatte, entwickelte sich das Kambium in der Richtung nach dem Boden, also physiologisch verkehrt, d. h. nach der Spitze des Stammes zu. Nach den vorhergehend gemeldeten Duhamel'schen Erfahrungen muss aber nothwendig nach einiger Zeit, d. h. nach Entwicklung der Wurzeln, der Saftlauf der Reiser sich wie in einem gesunden Baume, in der Richtung von der Krone zur Wurzel gestalten.

Werden lange Reiser gekrümmt in den Boden gelegt, jedoch so dass ihre beiden Enden die Erde überragen (Fig. 1, S. 227), so entwickeln dieselben jederseits Blätterschosse und Wurzeln, jedoch am dünnen, am Gipfelende, beides reichlicher als am dicken.

Bildet dagegen das Reis über der Erde einen Bogen (Fig. 2) und taucht seine Enden in die Erde, so kehrt sich der Satz um und entwickeln sich Schosse und Wurzeln stärker am dicken Ende.



Die Entwicklung der Wurzeln an dem in den Boden gesteckten Ende des Reises hängt mit dem absteigenden Safte zusammen. Mit dem Ausbrechen von Wurzeln am Bodenende des Stecklings bildet sich deshalb hier zwischen Rinde und Holz auch ein „Wulst“ aus, der selbst sehr geneigt ist Wurzeln anzusetzen. Zumal wenn er älter geworden ist und eine rauhe körnige Oberfläche angenommen hat, wohnt ihm diese Eigenschaft bei. Dasselbe gilt von dem Wulste der sich bei Ringelungen und Einschnürungen am oberirdischen Theil eines Baumes bildet und wäre es im höchsten Gipfel. Man findet einen interessanten Beleg für die geschilderte Thätigkeit des absteigenden Safts und Wulstes an natürlichen Hasel- und Hainenausschlägen, welche die Waldmäuse über dem Boden umnagt haben. Sie treiben im feuchten Grase stehend und dem Boden nahe, besonders auf der diesem zugekehrten Seite, meist über dem Wulst, da und dort auch aus diesem selbst, Luftwurzeln (Fig.), welche den Grund zu erreichen suchen und wenn sie ihn erreichen ehe sie vertrocknen, die fehlende



Wurzel ersetzen und die Zukunft der Lohde sichern können. Sie brechen z. B. bei Haine gern in Reihen durch die Lentizellen heraus. An der Ansatzstelle der Wurzeln ist der Jahresring ausgebaucht und es scheint stärkere Entwicklung der Markstrahlen statt gefunden zu haben. Man vermuthet desshalb unwillkürlich einen Zusammenhang der geschilderten Adventivwurzelbildung mit dem Markstrahlsysteme, analog dem Vorgange bei der früher (S. 157) abgehandelten Wiederbildung verlorener Rinde.

Vielleicht sind die am Grunde im Grase stehender junger Erlen beobachteten sich nach dem Boden senkenden Luftwurzeln (Forst- und Jagdzeitung, 37. Jahrg. 1861. S. 248) eine den vorstehend geschilderten analoge oder gleiche Erscheinung.

Auch an Pfropflingen lässt sich dieselbe Eigenschaft erkennen, indem der sich an ihnen einstellende rauhe Wulst in Berührung mit feuchter Erde gern Wurzel schlägt. So ist es auch wenn, wie man öfters an Obstbäumen sieht, die gepfropfte Art stärker wächst als die Unterlage. Fasst alsdann der Wulst Wurzel an der Erde, so nimmt der Edelbaum starke Entwicklung und emanzipirt sich allmählich vom Wildlinge. Während im umgekehrten Fall, etwa bei gelber Rosskastanie auf gemeine gepfropft, aus dem Wulste zwar auch Knospen kommen können, solche aber Zweige des Wildlings liefern, keine Wurzeln entwickeln und offenbar durch den Zudrang des aufsteigenden Saftes veranlasst werden. Dass der Wulst überhaupt nach den Umständen Blätterschosse oder Wurzeln entwickeln kann, ist unschwer nachzuweisen. An Ringwunden allerdings pflegt der obere Rand Wurzeln, der untere Blätterschosse zu entwickeln. Legt man aber eine stärkere Wurzel blos und haut sie ab, so entfaltet sie Blättertriebe aus dem sich an ihrem Abhiebe bildenden Wulste, indess dieser mit Erde bedeckt Wurzeln entwickelt hätte.

Man macht schon längst[1] in der Baumzucht mannigfachen Gebrauch von der Geneigtheit des Wulstes zur Wurzelentwicklung, indem man ihn je nach Umständen an diesem oder

[1] Agricola, Universalvermehrung, 1716. I. Theil. S. 163.

jenem Theile des Holzgewächses hervorruft. So um das Wurzelschlagen von Stecklingen zu erleichtern. Dann um gewisse Spielarten oder Individuen von Holzarten mit geringer Reproduktionskraft ohne Pfropfung zu vermehren, d. h. unterlagefreie *(francs de pied)* Individuen zu erlangen. Zu diesem Behufe wählt man vorzugsweis aufwärts strebende kräftige Schosse, von denen ein namhafter Wulst erwartet werden kann. Man nimmt entweder einen Rindering ab oder schnürt einige Millimeter breit mit Messingdraht oder Wachsfaden ein. Der sich bildende Wulst wird mit Moos und Erde umbunden, gegen Austrocknung geschützt und von Zeit zu Zeit befeuchtet. Bei manchen Holzarten braucht die Entwicklung eines gehörigen Wulstes zwei Jahre und auch der mit dem Wulst in den Boden gebrachte Steckling z. B. von Taxus schlägt öfters erst im zweiten Jahre Wurzel.

Vorstehende Angaben beziehen sich auf unsere gewöhnlichen dikotylen Holzgewächse. Die Art wie sich an dikotylen von abweichendem Elementarbau die Adventivknospen entwickeln, haben wir oben S. 114 erörtert.

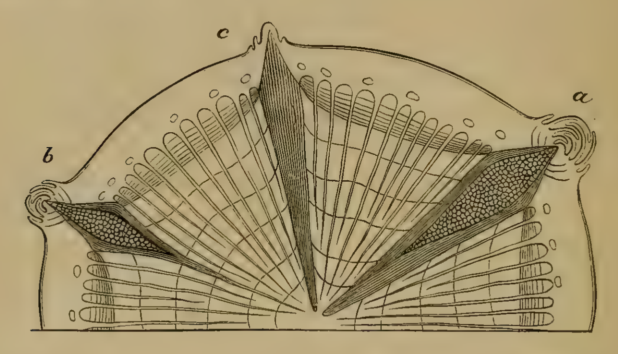
Die Natur bedient sich zur Vermehrung häufig auch der Wurzelausläufer und Absenker. Duhamel [1] sagt von ihnen dass sie viel leichter an Bäumen entstehen die selbst aus Stecklingen, Absenkern oder Ausläufern entstanden, als an Sämlingsbäumen.

Wurzelausläufer (Stolonen) heisst Th. Hartig unterirdische Zweige des Stocks, im Innern mit Markröhre, äusserlich mit Blattschuppen und Knospenrudimenten versehen. Er zählt hieher diejenigen von *Spiraea*, *Rhus*, *Rosa*.

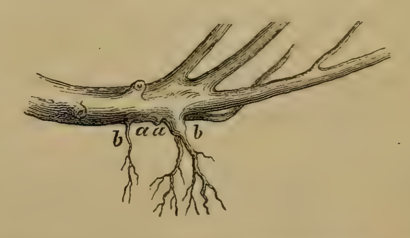
Wogegen er Wurzelbrut (Fig. nach Th. Hartig, S. 230) unter analogen Verhältnissen entstehend, Wurzelschösslinge nennt, die sich aus einer marklosen Wurzel durch Markstrahlen entwickeln unter Ausbildung einer Markröhre, eines diese umhüllenden Faserbündelkreises und später an der Ausmündung Knospenschuppen (a, b), wie bei *Cornus*, *Elaeagnus*, *Hippophaë*, Pappel, *Prunus*, auch zuweilen Ulme zu sehen.

[1] Physique des arbres, I. p. 88.

Im Gegensatze hiezu, c in unserer Figur, eine sich durch gänzliche Marklosigkeit und faserige Textur auszeichnende Knospe einer Wurzel.

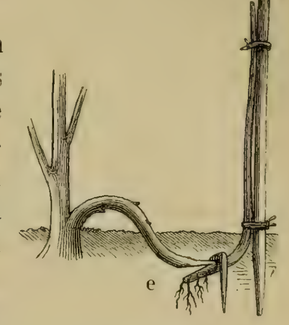


Absenker nennt man Aeste welche an den Boden niedergebeugt in dessen Berührung Wurzel geschlagen haben, wie wir solches oft bei Haine, auch bei Rothbuche, manchmal bei Ahorn, Fichte u. s. w. finden. Der Bildung der neuen Wurzeln (Fig. b, b) pflegen diejenigen von Knötchen und Anschwellungen



a, a vorherzugehen. Bei den Nadelhölzern lassen sich zu Herstellung neuer Individuen Absenker gewöhnlich nicht gut benützen, weil letztern lange Zeit, oft das ganze Leben über langsamer Wuchs, Krümmung und sonstige Eigenschaften des Zweiges anzukleben pflegen. Man kann das Wurzelschlagen von Absenkern durch Ringelung des den Boden berührenden Zweigtheiles oder durch einen die Wulstbildung und damit das Wurzelschlagen noch glücklicher fördernden in nebenstehender Figur (S. 231) versinnlichten Einschnitt e ganz sicher machen.

Die „Pfropfung“ ist zwar eine im grossen Forsthaushalte nur selten vorkommende Vermehrungsmethode. Indessen verdient sie vermöge ihrer Nützlichkeit doch eine kurze Abhandlung.



Man versteht unter Pfropfung den Ersatz von Zweigen einer Holzart (des Wildlings, der Unterlage) durch solche einer verwandten (des Edelreises), vorgenommen unter Umständen welche den letztern erlauben auf erstern fest- und weiter zu wachsen. Letzteres natürlich wesentlich begünstigt, wenn, nachdem das Edelreis angewachsen, die übrigen oder neu entstehenden Aeste und Reiser (das Wildholz, die Räuber) nachhaltig fern gehalten werden.

Es gibt der Pfropfmethoden mancherlei. Sie haben so ziemlich alle nach Zeit und Umständen ihre Berechtigung.

Bei der gewöhnlichen Spaltpfropfung der Laubhölzer sind die Pfropfreiser um so geneigter zum Anschlagen, je kürzer vor dem Austreiben im Frühjahre man sie geschnitten hat. Indessen schlagen auch wohl aufbewahrte früher, selbst im November geschnittene Reiser an. Handelt es sich darum eine Holzart möglichst bald zum Blühen und Tragen zu bringen, so vermeidet man üppig aufschiessende Haupt- oder gar Wasserschosse zu wählen, während Wahl kräftiger gerader Hauptschosse am Platz, wenn die Aufgabe rasche Vermehrung und Entwicklung einer neuen oder werthvollen Holzart ist. Im Februar und März, d. h. ehe sich die Rinde zu lösen beginnt, wird die Pfropfung vorgenommen. Die überflüssigen Aeste zu pfropfender Bäume hatte man, um unnöthige Saftzersplitterung zu vermeiden, bereits im vorhergehenden Winter gekürzt. Sind die Aeste oder ein zu veredelnder junger Stamm viel stärker als die Pfropfreiser, so setzt man deren mehrere ein. Hauptbedingung des Gelingens ist dass der Bast des Reises genau neben den der Unterlage (des Wildlings) zu stehen komme.

Abweichend hievon ist die sogenannte Krautpfropfung der Nadelhölzer und einiger Laubhölzer wie Eichen, Nussbaum u. s. w. Die eben austreibenden krautartigen Schosse werden bei ihr, zum Keile zugeschnitten, in einen entsprechenden krautartigen Schoss der Unterlage eingesetzt. Eine Methode vermittelst welcher in Frankreich grosse Flächen gemeiner Föhren mit Schwarzföhren bestockt wurden. Einzige, bei Nadelhölzern wohl zu beobachtende, Regel dass das Edelreis im Vergleiche zur Unterlage noch etwas zurück sei.

Unter dem Namen Kronenspaltpfropfung wird bei Laubhölzern eine Methode in Anwendung gebracht, die darin besteht dass man zu dünnem Keil, also zahnstocherförmig zugeschnittene Edelreiser mit an den schmalen Seiten wohl erhaltener Rinde ringsum in entsprechenden Entfernungen unter die Rinde eines schon die Rinde lassenden frischen Stockes schiebt.

Die Seitenpfropfung besteht im Einschieben von Pfropfreisern unter die Rinde des Stamms oder von Aesten eines im übrigen unverletzten Stammes.

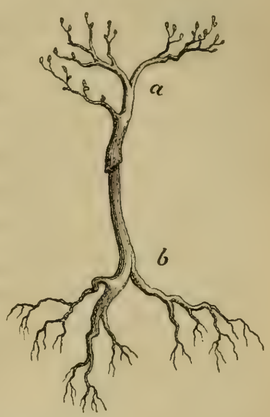
Die Wurzelspaltpfropfung endlich wird in gewöhnlicher Weise an einer vom Stamm abgetrennten und mit dem Kopf über die Erde gerichteten Wurzel vorgenommen.

Unter „Okuliren" versteht man das Einsetzen eines mit einem gesunden Auge (schlafender Knospe) versehenen Rindestückchens von Schildform unter die durch Einschneiden gelöste noch ruhende oder im Saft stehende Rinde eines unverletzten Baums oder seines Astes, oder das Einstülpen eines mit einem Auge versehenen gelösten Rinderinges des edeln Baums über das entrindete Ende eines abgesägten entsprechenden Zweiges (Pfeifenschnitt) zur Saftzeit.

Endlich wird zuweilen auch von dem sogenannten „Kopuliren" Nutzen gezogen. Es besteht darin dass wie häufig in Hecken zu sehen, natürlich oder künstlich, zwei Aeste oder Stämmchen, nachdem sie angeschnitten und eng an einander geschnürt worden, verwachsen und nachher in der Art durchschnitten werden dass der Stamm oder Ast des einen die Krone oder

den Ast des andern behält, einigermassen analog unserer folgenden Figur.

Nachdem vorstehend von den auf Wiederersatz beruhenden dendrologischen Operationen die Rede gewesen, kann der Satz angereiht werden dass unter Umständen die Krone des Baumes fähig ist zur Wurzel, die Wurzel zur Krone zu werden.



Wir haben nämlich oben gesehen dass Weidenstecklinge mit der natürlichen Spitze in die Erde gesteckt hier Wurzel schlagen und am stumpfen Ende Blätter entwickeln. Duhamel (Physique des arbres, IV, p. 117) kopulirte ferner zwei neben einander stehende junge Ulmen und als sie verwachsen waren, grub er die eine aus (a und b, Fig.) so dass sie mit ihren Wurzeln die Krone der andern bildete. Sie trieb hier aus den Hauptwurzeln Blätterzweige die nur in Folge zu grosser Sommerhitze zu Grunde giengen. Derselbe Autor pflanzte ein Apfelbäumchen in ein mit Erde gefülltes Fass das, nachdem es oben mit Deckel versehen worden, umgestürzt ein Meter hoch über dem Boden aufgestellt blieb. Die nach oben gekehrten Wurzeln trieben durch die Löcher des Fassbodens Blätterschosse die sich üppig entfalteten, während die nach unten gekehrte Krone allmählich abstarb.

Unbegreiflich wie über diese von Niemand bestrittenen Thatsachen, von welchen H. Cotta, der sie nachahmte, bemerkt dass die Entwicklung neuer Laub- und Wurzelknospen nicht immer und bei allen Holzarten auch nicht so geschwind gehe wie manche meinen (Naturbeobachtungen S. 66) sich Schacht (Der Baum, 2. Aufl. S. 175) in skeptisch wegwerfender Weise auslassen kann. Ihm gieng offenbar die Erkenntniss der Duhamelschen Schätze ab.

Nun noch einige Bemerkungen über die Umstände welche die Reproduktion begünstigen:

Unzweifelhaft spielt dabei die Wärme eine grosse Rolle, nicht blos indem sie die Saftthätigkeit des Baumes steigert, sondern auch durch Reiz auf die schlafende Knospe oder das Pfropfreis. Daher treiben oft rasch freigestellte Eichen einen ganzen Schwülch von Stammsprossen auf der Sommerseite aus. In einem engen Thale an einem westlichen Abhange brachen

aus Weidensetzstangen die schlafenden Augen vorzugsweis auf der Westseite, vermuthlich als der sommerlich wärmsten, hervor. Selbstverständlich kann die Hitze den künstlichen Operationen des Wiederersatzes durch Austrocknung der blosgelegten innern Theile nachtheilig werden und macht desshalb oft künstlichen Schutz durch Umhüllungen, Betheerung, Papierduten und Schirme nöthig.

Die sich mit derjenigen der Wärme kombinirende Wirkung des Lichtes wäre erst zu ermitteln. Es scheint uns bei der Ausbildung des Adventivknospen liefernden Wulstes bei Stockausschlägen von unzweifelhafter Bedeutung.

Besonders wichtig ist die dem entstehenden Ersatzorgan von der Wurzel aus zuströmende Saftmenge. Man behauptet dass es der Ueberfluss an Saft sei, welcher die aus der Pfanne gehauene Buche weniger leicht ausschlagen lasse als aus Stöcken. Ob diese Erklärung der vielseitig bestätigten Thatsache die richtige ist, mag dahingestellt bleiben. Die sonstigen Erscheinungen von Wiederersatz werden durch Saftreichthum namhaft gefördert. Darum konzentrirt man den Saft z. B. nach den saftbedürftigen Pfropfreisern durch Einkürzen unnöthiger Aeste, und wie wir oben sahen zu gewisser Zeit. Darum zwickt man einem belaubten Zweige wovon zum Okuliren Rinde mit Augen genommen werden soll, ohne Verzug Gipfel und Blätter bis auf Stümmel der Blattstiele ab. Desshalb auch bringt man gern über einem Auge das sich entfalten soll, einen schmalen entrindenden Zirkelschnitt oder einen Drahtring an. — An einem freigestellten Baum ist es vorzugsweis der untere Theil des Stammes, welcher reichlichen absteigenden Saft empfängt. Seitenpfropfungen werden also hier leichter angehen als höher oben. Im Gipfel solcher Bäume hat ohne bedeutende Kürzungen der Aeste eine Pfropfung wenig Aussicht auf Erfolg. — Bei bereits vorhandenen Ausschlägen oder gelungenen Okulanten ist ein grosser Saftreichthum nicht immer vortheilhaft. Stockausschläge und Wasserschosse reifen gern vor Winter nicht aus, werden auch vom Sturm oder durch ihr eigenes Gewicht abgebrochen.

Die Wiederersatzfähigkeit, insbesondere diejenige durch Ausschläge, in Zusammenhang zu bringen mit der Samenfähigkeit der Bäume ist allzu gewagt. Allerdings nimmt mit höherem Alter, wo die Samenfähigkeit sich steigert, die Ausschlagfähigkeit ab, bei Holzarten mit schlafenden Knospen theilweise schon wegen Ueberwachsenwerdens und Verkommens der schlafenden Knospen. Allein eine Gesetzmässigkeit dieser Beziehung dürfte schwer nachweisbar sein.

Im Allgemeinen dauern Stöcke mit ihren Ausschlägen kürzer als mit erstern gleichalterige Bäume. Anders ist es mit Niederwäldern welche, wie bei der Eiche, tief aus der Wurzel gehauen zu werden pflegen. Hier individualisiren sich die einzelnen Hauptwurzeln zu eigenen Bäumen und diese immer wieder nach ihrem Abhiebe.

Bekannt ist auch dass gepfropfte und aus Stecklingen erzogene Bäume häufig kürzer leben als natürliche. Doch sieht man zuweilen alte so gesunde gepfropfte Obstbäume, auch so kolossale und alte aus Stecklingen entsprungene Pappeln dass man wenigstens für gewisse Fälle Gleichaltrigkeit annehmen muss. Duhamel (p. 92) glaubt selbst von gepfropften Bäumen dass sie unter gewissen Umständen älter werden können als nicht gepfropfte. So z. B. Pflaumen auf Pfirsich in gutem Boden und Zwergpfirsich auf Kernpfirsichbaum länger als Pfirsich. Einige Holzarten erweisen sich, wie gepfropft auch als Stecklinge unempfindlicher denn Samenpflanzen.

Schon eine geringe Bekanntschaft mit den Gesetzen des Wiederersatzes von Organen der Holzgewächse lässt im Allgemeinen errathen welche der Vermehrungsweisen unter gegebenen Verhältnissen die richtigere ist. Die Erfahrung hat aber ausserdem gezeigt dass die eine Holzart mehr auf diese, die andere mehr auf jene Weise sich am sichersten durch Ersatz fortpflanzt. Jedermann weiss dass die Ausschläge bei Nadelhölzern eine grosse Seltenheit sind. Niemand wird aber einen Grund dafür anzugeben vermögen.

Die neuerer Zeit [1] bekannt gewordenen Experimente mit

[1] Hildebrand in der Botanischen Zeitung, 26. Jahrg. 1868. S. 321.

Kartoffelknollen haben überzeugend nachgewiesen dass man durch Ausschneiden der Knollenaugen und Einsetzen einer andern Sorte angehöriger Kartoffelpflanzen Kartoffeln erziehen kann welche eine Mittelform zwischen Unterlage und okulirter Sorte darstellen.

Beim Wiederersatz von Baumorganen durch Pfropfen, Okuliren u. s. w. ist aber in der unendlichen Mehrzahl der Fälle die Unterlage, der Wildling, ohne Einfluss auf das Edelreis. So beruht auf Irrthum die Annahme dass Früchte und Samen des Pfropfreises durch den Wildling in Bau oder Geschmack verändert werden, selbst wenn man ein halb Dutzend Mal Edelreis und Wildling abwechslungsweis auf einander pfropft. Duhamel brachte eine mit ihrem Stiel auf einen Orangebaum gepfropfte kleine Zitrone zur Entwicklung. Sie entwickelte sich ohne Abweichung als vollständige Zitrone.

Nur in sehr beschränktem Umfang ist eine Aenderung möglich. Z. B. wenn eine starkwachsende Holzart auf einen Zwergbaum gesetzt wird. Der sparsame Saftzufluss hat alsdann eine leichte modifizirende Wirkung, wie verschiedener Boden. Immer ist das Holz auf dem die Frucht sitzt und wäre es noch so kurz, für die Natur der Frucht massgebend. Andererseits wird eine Modifikation des Wildlings durch das Edelreis immer wieder und neuestens auch von Göppert berichtet. Sie besteht darin dass wenn man Reiser mit scheckigen Blättern auf Wildling mit normal grünem Laube pfropft, die an letzterem unmittelbar unter dem Pfropfreise sich entwickelnden Zweige öfters die Buntscheckigkeit ihrer Blätter annehmen. Bouché erläutert diese auch ihm wohlbekannte Thatsache. Die Buntscheckigkeit ist nach ihm ein krankhafter Zustand, wie der Umstand erweist dass panachirte Bäume durch reichliche Nahrung wieder ganz ergrünen können. Der krankhafte Zustand des Pfropfreises theilt sich der Unterlage mit.

Ein Theil der Botaniker betrachtet den in Bosketen nicht seltenen *Cytisus purpurascens Hort. (Adami Poir.)* als einen durch Okuliren entstandenen Blendling. Caspary, welcher

diese Ansicht vertritt [1], beruft sich dabei zunächst auf die Angabe des Gärtners Adam, der den Blendling geliefert, sodann darauf dass, wenn auch der in Rede stehende Baum, wie bei Bastarden gewöhnlich, überall sich unfruchtbar erwiesen, er doch seinen Pollen nach Form und Inhalt untadelhaft erfunden habe und die auf *Cytisus purpurascens* entstandenen *purpureus-,* wie *laburnum*-schosse keimfähige Samen tragen. Ferner auf das Beschränktbleiben der Variation der Eigenschaften des Blendlings innerhalb der Formgrenzen von Unterlage und Edelreis. Endlich auf eine ähnliche Entstehung von Mischlingen und theilweise Erscheinung von Rückschlägen bei Rosenveredlungen. Indessen sprechen ja mehrere der angegebenen Momente nicht gegen die Erklärung aus Kreuzung. Es wird desshalb klug sein, vorläufig mit Alex. Braun [2] sein Urtheil über den Ursprung des *C. purpurascens* zurückzuhalten und weitere analoge Erscheinungen abzuwarten.

[1] Bulletin du Congrès international de Botanique et d'Horticulture, convoqué à Amsterdam, au mois d'Avril 1865.

[2] Botanische Zeitung, 28. Jahrg. 1870. S. 599.

XII. Blühen und Fruchten.

Reicher Holzansatz der Bäume steht, wie man in der Obstbaumzucht annimmt, in einem gewissen Gegensatze zur Blütenbildung (S. 192).

Auch Pokorny [1] sagt, Bäume die stark gefruchtet haben, setzen weniger Holz an.

Duhamel [2] besass eine auf Wildbirn gepfropfte Zwergbirn welche eine Menge Stockausschläge trieb, und in der Krone von gelber Belaubung wenig Holz, dagegen reichlich Frucht ansetzte. Nachdem die Ausschläge vertilgt und der Boden bearbeitet worden, kräftigte sich der Baum, trieb viel Holz und hatte schön grüne Blätterfarbe, setzte aber keine Frucht mehr an. Bekannt ist ferner aus der Baumzucht dass man schwerfruchtende Sorten, um sie zum Tragen zu bestimmen, auf langsam wachsende Arten oder Spielarten pfropft. In der That ist an dem Satze richtig dass bei freistehenden oder freigestellten Bäumen mässiger oder gemässigter Trieb nach oben mit der Neigung zum Blütenansatze zusammenfällt. Nicht aber bezieht sich der Satz auf die vom ganzen Baum erzeugte Holzmasse, denn Bäume die frei stehen oder frei gestellt werden, pflegen ein Vielfaches der Holzmenge anzusetzen welche im Schlusse stehende erzeugen; freilich weniger in der Krone als am untern Schafte.

Wir haben früher gesehen dass es in der Regel die weniger üppigen Seitenknospen sind, welche gern blühen, während Gipfel- und Quirlknospen zu Holzzweigen auszu-

[1] Botanische Zeitung, 27. Jahrg. 1869. S. 743.

[2] Physique, IV. p. 93 und 94.

wachsen pflegen. Ausnahmen von dieser Regel bildet nur eine Minderzahl von Baumarten, bei welchen, wie bei vielen einjährigen Pflanzen, die Gipfelknospen die Blüte zu entfalten pflegen (Rosskastanie, Syringe, Hartriegel etc.) und die Seitenknospen die Verlängerung der Aeste besorgen.

Die Vorbildung des Knospeninnern zu künftigen Blättern oder Blüten oder zu beiden findet gewöhnlich schon im Jahre der Entstehung der Knospen, also im Jahre vor der Entfaltung statt. Solches lehrt ein Blick auf die bereits im Juli oder August augenfällig ausgebildeten nächstjährigen Blütekätzchen an Hasel, Erle, Sale und Fichte, und Blüteknospen an Hartriegel, Schlingstrauch, Seidelbast. Untersucht man ungefähr zur angegebenen Zeit die starken Knospen an Buchen, so entdeckt man auch darin schon die dicken Blütekätzchen des darauf folgenden Frühlings. Auch einzelne besonders lange und schöne Spätjahre beweisen es, in denen noch im September, Oktober und November Rosskastanien, einzelne Obstbäume und Syringen einen Theil ihrer Blüteknospen voreilig, jedoch gewöhnlich ohne Beeinträchtigung der Hauptblüte im folgenden Frühling und etwas unvollkommen zur Entfaltung bringen (1846, 1852). Bei Duhamel [1] blühte nicht nur ein Apfelbaum im Nachsommer, sondern setzte noch Frucht an. Endlich sah Unger [2] im Juli 1846 die fürs nächste Jahr bestimmten Knospen austreiben und die daraus hervorgegangenen Früchte von Rebe und Hartriegel vor Winter zur Reife kommen.

Dass bei der Vorbereitung der Knospen zur Blüte die Belaubung thätig ist, dürfte aus nachfolgender Wahrnehmung hervorgehen. Von zwei auf demselben Stocke sitzenden Salenausschlägen wurde der eine am 17. August 1861 entblättert, der andere belassen. Der entblätterte färbte sich in Folge ungehinderten Zutrittes der Sonnenstrahlen stark roth. Er trug auch wie der normale im darauf folgenden April (1862) Kätzchen, welche wohl am 17. August bereits vorbereitet

[1] Exploitation, I. p. 320.

[2] Botanische Zeitung, 5. Jahrg. 1847.

gewesen. Aber sie waren am 26. Mai 1862 erst der Entfaltung nahe, während diejenigen des normalen Ausschlages mit ihrem Samen längst die ganze Umgebung bestreut hatten.

Zweifellos spielt auch die Besonnung, insbesondere das Licht der Sonnenstrahlen eine wesentliche Rolle bei der Ausbildung von Blüteknospen. Belege dafür weiter unten.

Bäume pflegen erst in einem gewissen Alter zu blühen, wenn der wilde Trieb in die Gipfelschosse etwas nachgelassen, wie es auch die langsam wachsenden Kurztriebe sind, welche vorzugsweise blühen.

Wasserschosse, Klebreiser blühen erst wenn nach einigen Jahren ihr Trieb sich ermässigt hat. Die zum Blühen geneigten Kurztriebe dagegen wachsen zu Blättertrieben aus, wenn ihnen in Folge von Einkürzungen in der Nachbarschaft mehr Saft zuströmt.

In der Neigung zum Blütenansatze sind die Holzarten sehr verschieden. Kirschbäume, Kornelkirsche, Rosskastanie, Ahorn, Weiden z. B. blühen alljährlich in Fülle, während andere Bäume, wie Buche, Eiche, Nussbaum, Föhre, Tanne theils in langen Zwischenräumen, theils nicht jedes Jahr blühen.

Ein allgemeines oder reiches Blüte- oder Samenjahr kann somit zunächst als ein solches angesehen werden, in welchem eine grosse Zahl Holzarten blüht oder Früchte trägt. Man kann aber die Bezeichnung auch nur auf eine Holzart beziehen. Die Ausdrücke Sprengmast oder Vogelmast gebraucht man, wenn nur einzelne Bäume oder wenige Zweige der Bäume da und dort im Bestande tragen. Volle Mast, wenn alle Bäume und Aeste damit behangen sind. Nebenbei wechselt die Menge des wirklichen Samenanfalles und der Beschaffenheit der Samen ausserordentlich. Daher auch die zwischenliegenden Bezeichnungen Viertelmast, halbe Mast u. s. w. nur schwankende Begriffe sein können.

Die äussern Umstände kennen zu lernen welche den Blütenansatz begünstigen, hat Bedeutung namentlich in Bezug auf diejenigen Holzarten welche selten blühen. Diese Umstände

lassen sich in der Hauptsache auf eine Verkürzung des zuströmenden Nahrungssaftes zurückführen.

Die Neigung zu blühen dürfte bei vielen Holzarten gegen den Norden hinauf abnehmen. Bei Föhren, Fichten und andern Nadelhölzern, auch bei Birken, Erlen, Weiden, Ahorn, Vogelbeer, Rosen u. dgl. gern blühenden Holzarten scheint jedoch die Abnahme kaum merklich zu sein. Auch v. Berg [1] bestätigt die Reichlichkeit der nordischen Föhrenverjüngung aus dem Samen.

Für Buchen, Edelkastanie und Eichen, d. h. klimatisch anspruchsvolle Holzarten findet man leider keine Angaben. Die Aufmerksamkeit wurde hauptsächlich auf die Samenreife gerichtet.

Im kühlfeuchten Meeresklima sind die Samenjahre nur mitunter tragender Holzarten ohne Zweifel seltener oder spärlicher als im Binnenland. In England dürfte z. B. die Buche seltener tragen als auf dem Kontinente. Die Insel Rügen hat weniger Samenjahre als das Innere Deutschlands.

Trockenwarme Länder wie Frankreich haben deren mehr als gemässigte oder kühle wie Deutschland.

Auch zusammenhängende kühlfeuchte Waldungen sind in derselben Hinsicht minder begünstigt als andere. So hat der grosse und desshalb kühlere Schönbuch weniger Bucheljahre als der mehr zerrissene und im Weinklima liegende Schurwald [2].

[1] Tharander Jahrbuch, 13. Bd. 1859. S. 80.

[2] Wenn hier zu Lande die Rosskastanie im Spätjahre nochmals blüht, so beeinträchtigt diese Blüte die Hauptblüte des darauffolgenden Frühjahrs wenig oder nicht. In den heissen und untergrundtrockenen Strassen Wiens dagegen, wo man zur Zeit der Weltausstellung viele blühende Rosskastanien sah, bemerkt man fast mit alljährlicher Regelmässigkeit im September eine zweite Rosskastanienblüte. Manche Bäume sind alsdann so reichlich mit Blütesträussen besetzt dass man sich fragen muss ob diese Vorblüte nicht auf Kosten der Hauptblüte stattfinde. In der That sagt darüber Fenzl auf geschehene Anfrage, dass an den kümmerlichen Baumexemplaren das Blühen im September eigentlich das verspätete erste Blühen sei. Nähere Beobachtungen über die Natur der hier zur Entwicklung kommenden Knospen, ob Gipfel- oder Seitenknospen, und den Zusammenhang der Septemberblüte mit der der Blüte sonst nachfolgenden Blätterentfaltung wären belehrend.

Welchen Einfluss, abgesehen von Frostwirkung, auf Blüteansatz die Freilage von Bäumen und Beständen hat, ist dem Forstmanne bekannt. Wigand [1] führt nach Kirschleger den verschieden deutbaren und uns daher noch dunkeln Fall an, dass bei Strassburg ein Rosskastanienbaum in den aufeinanderfolgenden Jahren abwechselnd auf der östlichen und auf der westlichen Seite blühte. Er fügt sogar auf Grund eigener Beobachtung den ähnlichen Wechsel an einer Linde an.

Lichtstehende Trauf- und isolirte Bäume tragen besonders reichlich, wobei der Einfluss des Lichtes mitwirken wird. Oberholzbuchen des Mittelwaldes in nördlicher Lage tragen ordentlich Samen erst mit dem zweiten Jahre nach der Schlagstellung. Das erste Jahr lichten Standes bereitet an ihnen, trotz ihrer kümmerlichen und gelben Belaubung, die Knospen zur Blüte vor. Offenbar nimmt das Licht Theil an diesem Vorgang.

Erfahrungsmässig verdankt man reiche Samenjahre der meisten Holzarten einem vorausgegangenen trockenheissen Sommer. So dasjenige von 1823, in welchem alle Buchengebüsche trugen, jenem dem 1811er Jahrgang ähnlichen von 1822. Das über den grössern Theil von Europa verbreitete Buchmastjahr von 1843 reihte sich dem ausserordentlich trockenwarmen Jahr 1842 an, die Bucheljahre 1858 und 1859 folgten den heissen Sommern 1857 und 1858. Auch das Jahr 1871 lieferte in hiesiger Gegend ein ziemlich namhaftes Quantum Bucheln, ohne jedoch Anspruch auf den Titel eines reichen Bucheljahres machen zu können.

Ihrig (Forst- und Jagdzeitung, 36. Jahrg. 1860. S. 342) gibt ein Verzeichniss der Mast- (hauptsächlich Buchmast-) jahre von 1773 bis 1858, worunter sich als volle Mastjahre diejenigen von 1773, 1779 und 1811 finden.

Auch negativ lässt sich die Richtigkeit des Satzes erweisen dass warmtrockene Sommer reiche Baumsamenernte bringen. Auf den nasskalten Sommer 1860 z. B. blieben im Jahr 1861 ganz ohne Blüte Fichte und *Abies canadensis*, die meisten

[1] Der Baum, S. 217.

Ahornarten, *Amorpha,* Tabakspfeifenstrauch, Haine, Zürgelbaum, *Cercis canadensis, Corylus, Crataegus coccinea, crus galli,* beide Bohnenbäume, Esche, *Gleditschia triacanthos, Hippophaë rhamnoides,* Tulpenbaum, Platane, *Pyrus torminalis,* gemeine Robinie, *Xanthoxylon fraxineum,* dabei ein Theil dieser Holzarten mit vielen nicht ausgereiften und desshalb im Winter 1860/61 erfrorenen Zweigspitzen [1].

Eine merkwürdige Ausnahme von dieser bei der Buche stets zutreffenden Regel macht die Eiche. Ihre Samenjahre folgen öfters, ja gewöhnlich, den nasskältesten Sommern. So das Jahr 1844, wo in der Bretagne starke Eichen ausserordentlich, und selbst auf Stöcken sitzende reifstangendicke Eichenlassreiser, trotz schlecht ausgereifter und daher im Winter 1843/44 erfrorener Zweigspitzen, einzelne Eicheln trugen. Ebenso die eichelnreichen Jahre 1865 und 1867, welche auf die nasskalten 1864 und 1866 folgten. Im Jahr 1865 blühten mit der Eiche in gleicher Fülle Zwetschen und Kirschen. Warum nun, lässt sich hierauf fragen, kümmert sich die Eiche nicht nur nicht um die Hitze des Sommers, sondern bereitet ihre Blüte in kühlen Sommern vor? Wie wenig auch einige andere Holzarten ihre Samenfruchtbarkeit von der Trockenwärme des Sommers abhängig machen, geht daraus hervor dass ihre Samenjahre nicht immer mit denen der Buche, der Rebe und der Obstbäume zusammenfallen. — Eine genauere Feststellung in dieser Beziehung scheint erwünscht. Im Sommer 1866, also ein Jahr nach dem in seiner zweiten Hälfte so ungemein trockenen Sommer 1865 blühten überaus reichlich Buche, Haine, Esche, Ahorn, Erle, Birke, Ulme, Linde und die Obstbäume, und zu Adelberg im Garten stehende Stechpalmen setzten zum ersten Male Blüten an. Auch im Jahr 1862, dem ein ebenfalls durch Trockenheit ausgezeichnetes Jahr vorhergieng, blühten fast alle Holzarten zusammen. Der Schwarzwald hatte ein ganz ausgezeichnetes Samenjahr der Tanne, und die Fichte war mit Zapfen so be-

[1] Kritische Blätter, 44. Jahrg. I. S. 251. 46. Jahrg. II. S. 244.

laden dass zu Hohenheim alte und mittelbejahrte Bäume unter ihrer Bürde im Winter 1862/63 vielfach zusammenbrachen. Dagegen blühten im Jahr 1867 und trugen reichlich Früchte: Fichte, Nussbaum, Eiche, Ulme, Obstbäume, Linde, Weinstock. Esche blühte gar nicht. Nun war aber nach dem Obigen der Sommer 1866 nasskalt gewesen. Es erhellt hieraus dass ein Theil unserer Bäume sich auf die Blüte auch in Jahren vorbereiten kann, welche an sich dazu wenig geeignet sind. Nähere Aufklärung hierüber ist schwer zu geben. Doch wird angenommen werden können dass eine längere Zeit nicht zur Blüte gelangte Holzart in einem der Blütebereitung nur halbwegs günstigen Sommer sich zum Blühen für das nächste Jahr anschicken wird, weil sie in der längern Pause Zeit hatte die zur Blüte- und Fruchtbildung nöthigen Stoffe anzusammeln. Sodann ist unzweifelhaft dass für die Ausbildung der Blüteknospen die Witterung gewisser Monate bestimmend ist.

Hinsichtlich der für die Buchenfruchtbarkeit massgebenden Monate können wir aus den vorliegenden meteorologischen Aufzeichnungen einige Schlüsse ziehen. Die Sommer 1822, 1842 und 1857, die Vorläufer der obengenannten drei Hauptbucheljahre begannen erst mit dem Monat Juni ihren trockenheissen Karakter anzunehmen. Auch der dem minder wichtigen Blütejahr 1866 vorhergehende Sommer 1865 begann trocken zu sein erst im Juni. In den beiden Hauptjahren 1822 und 1842 war aber der Juli normal oder nahezu normal regnerisch. Woraus folgt dass ein trockenheisser Juni allein im Stand ist ein Buchelmastjahr herbeizuführen. Nichtsdestoweniger wird anzunehmen sein dass Juli- in bescheidenem Mass auch Augusttrockenheit wie sie in den Jahren 1857 und 1865 zu derjenigen des Juni hinzukam, die Vorbereitung der Knospen auf die Blüte vervollständige. Ebenso werden wir unterstellen dürfen dass auch Trockenheit des Mai, obschon wieder in untergeordnetem Mase, den Ansatz von Blüteknospen begünstigen werde. Was zu dieser Meinung auffordert ist der dem Blütejahr 1853 vorausgegangene Jahrgang 1852, in welchem Mai, Juni und Juli normale Niederschläge hatten, dagegen März und April äusserst trocken waren. Scheint demnach auch ein anhaltend trockener Frühling ein Buchenblütejahr vorzubereiten, so wird wohl auch ein trockener Winter, wie der von 1865/66, wo die Bäume die im Sommer verlorne Saftmasse des Holzes nur ungenügend zu ersetzen vermögen, unter sonst günstigen Umständen im Stande sein die Buchen zur Blüte anzuregen. Aus dem in Schwaben ebenfalls ziemlich viel Bucheleckerich

liefernden Jahr 1871 lässt sich für unsern vorliegenden Zweck ein Schluss nicht wohl ziehen, weil das Jahr 1870 regenarme Monate, Februar, April und Juni, und dazwischen regenreiche Monate, März, Mai und Juli, hatte.

Sehr einflussreich hinsichtlich der Baumfruchtbarkeit ist der Boden. Je trockener derselbe, desto geneigter zum Blühen die darauf stehenden Bäume. Auf dürrem Grunde kann die Föhre im sechsten, die Fichte im zehnten Jahre schon guten Samen tragen. Der Götterbaum, der in fruchtbarem Gartenlande 20 Jahre lang nicht blühen und wegen üppigen Wuchses in jedem Winter seine Zweigspitzen einbüssen kann, trägt mit 12 Jahren auf dem trockenen festen Boden der städtischen Plätze und Alleen. In dem heissen und trockenen Sommer 1844 blühten in einem Forstgarten in der Bretagne auf strengem sich stark erhitzenden Thonboden des Uebergangsgebirges, der die zugleich gesäeten Bucheln erst im regnerischen Spätjahre zur Keimung kommen liess, Keimlinge des Götterbaumes bei nur Zolllänge, einige Monate nach der Entwicklung.

Hanstein [1] erhielt aus dem Sandrevier Altenplatow bei Genthin eine in ihrem Keimungsjahre 1853 bis zur Ausbildung von vier unvollkommenen Eicheln gekommene junge Eiche.

Die eigenthümliche Erscheinung des Zapfendranges der Föhre, in dessen Folge sich diese über und über mit Zapfen bedeckt, fanden wir im Jahr 1848, also zwei Jahre nach dem heissen Sommer 1846 und ein Jahr nach dem ungemeinen Obstjahr 1847 an einem dürren Kalkabhang des obern Donauthals. Folgt die Föhre mit ihrer Fruchtbarkeit ebenfalls den trockenheissen Sommern, so würde solches, da sie zwei Jahre zur Zapfenreife braucht, mit dem Jahr 1846 zusammenstimmen.

Auch als eine Art Altersschwäche tritt das häufige Taubblühen bei manchen alten Bäumen auf.

Verletzungen verschiedener Art begünstigen die Blütebildung. Gewächse welche versendet worden sind, wobei sie gewöhnlich einen Theil ihrer Organe, zumal Wurzeln einbüssen,

[1] Botanische Zeitung, 13. Jahrg. 1855.

blühen manchmal unmittelbar darauf, wenn auch nachher zeitlebens nicht wieder. Auf Hagelbeschädigung der Obstbäume erfolgt nicht selten grosser Blütenreichthum. Starker Hagel, welcher die Aeste so misshandelt dass sie dürr werden und sich an ihnen oder statt ihrer am starken Holze Wasserreiser bilden, hat die entgegengesetzte Wirkung.

Darum erscheint Schacht's (Der Baum, S. 283) Erzählung, wonach sich in Folge einer gänzlichen Entblätterung der Pflaumenbäume durch Raupen im nächsten Jahre so grosse Fruchtbarkeit einstellte dass die Bäume ihre Last kaum tragen konnten, räthselhaft und nur durch Beiziehung weiterer Voraussetzungen erklärbar.

Von Hornissen stark beschädigte, d. h. ihrer Rinde in Form eines Ringes beraubte Eschengipfel blühen und tragen besonders gern Samen.

Junge Bäume, z. B. Ulme, woran der den Namen tragende Draht nicht weggenommen worden, vielmehr den dicker gewordenen Ast einschnürt, blühen und tragen vor der Zeit und zwar lediglich an dem eingeschnürten Ast. Auch die Anwendung solcher Drähte ist in der Obstkultur üblich.

Auf die vorstehend verzeichneten Wahrnehmungen gründen sich die verschiedenen zu Beförderung der Baumfruchtbarkeit vorgeschlagenen Mittel.

So das Pfropfen der Schosse junger raschwachsender Sämlinge von Laub- und Nadelhölzern auf ältere Bäume, um bei deren gemässigterem Saftzudrange bald Blüten und Früchte zu bekommen, Verpflanzung wenn auch auf gleiche Stelle. Pflanzung auf Sommerseiten mit viel Licht und trockenem Boden, Entblössung des Bodens von Laub, Geniste, ja Entfernung der Erde in der Umgebung des Stammes (selbstverständlich bei Unterlassung von Düngung oder Begiessen), Abhauen von Wurzeln, Ringeln, d. h. ringförmige Entrindung oder Halbdurchsägen von Aesten. Ganz verkehrt muss das Abhauen von Aesten wirken, wie wir es zu Förderung der Fruchtbarkeit da und dort im Gebrauche sahen. Alte gipfeldürre Nussbäume mit schwachem sich in den vielen halbdürren Aesten verlierenden Saftlaufe kürzt man allerdings ein, analog

dem sogenannten Abwerfen der Birn- und mancher Apfelbäume. Hier handelt es sich aber um eine Sammlung, eine Konzentration des Saftes, damit der Baum wieder gesundes Holz erzeuge, woran sich gehörig entwickelnde Früchte ansetzen können, nicht um Beförderung der Fruchtbarkeit. Nur bei ganz alten, nicht mehr ins Wasserreis treibenden Eichen oder Buchen und zu Minderung des Taubblühens hätte diese Operation überhaupt einen Sinn. Das gewöhnlichste Mittel ist die bekannte in der Obstbaumzucht seit langer Zeit übliche ringförmige Entrindung, der sogenannte „pomologische Zauberring". Wird die ringförmige Entrindung handbreit oder noch breiter vorgenommen, so blüht zwar der Ast, aber es vergilbt auch häufig sein Laub früher als das übrige und kann dürr werden und eingehen. Man pflegt daher den Ring eher schmal und zwischen mehreren Seitenzweigen wiederholt anzulegen, damit sich die Wunde in der Folge durch Ueberwallung wieder bedecke. Oder bedient man sich eines Drahtes den man nach gehabtem Erfolge wieder lösen kann. Endlich streifen, Hempel's pomologischem Zauberring S. 101 zufolge, die Indianer auf Sumatra mit Erfolg die Blätter von den Bäumen welche tragen sollen, wovon man sich in verschiedener Weise Rechenschaft geben kann.

Einzeln angewendet im Kleinen, d. h. in Forstgärten, können alle diese Mittel von Erfolg sein, wie in der Obstbaumzucht längst erwiesen. Im Wald aber wo schattiger kühler Stand und feuchter Boden einem häufigen Blühen entgegenwirken, wird man gut thun, sofern Bäume zum Blühen gereizt werden sollen, mehrere derselben zugleich in Anwendung zu bringen, z. B. Aeste von Bäumen zu ringeln die wie Trauf- oder Oberbäume dem Licht ausgesetzt sind, oder zu ringeln und daneben Wurzeln abzuhauen.

Mit dem blossen Ringeln erreicht man den Zweck nicht immer. Im Juni und Juli 1853 auf $1/3$ bis $1/2$ Meter Breite geringelte starke Aeste dicker Buchen wurden dadurch bestimmt im Jahr 1854 reichliche Blüteknospen zu entwickeln und im Jahr 1855 zu blühen, während die übrigen Bäume gar nicht blühten. Ein Theil der geringelten Aeste blühte aber

nicht. Und in einem fünfzig- bis sechzigjährigen Buchenbestande des Hohenheimer Reviers, bei kühler bodenfeuchter Lage und gutem Schluss, wo eine Anzahl Bäume am 17. Mai 1864 in verschiedenster Weise, d. h. an Fuss oder starken Aesten waren geringelt oder auf $^2/_3$ ihrer Dicke durchsägt, oder an den Hauptwurzeln eingekerbt, kurz in dieser oder jener Form die Schwächung des aufsteigenden Saftes war vorgenommen worden, zeigte sich in den darauf folgenden Jahren noch keine Neigung zum Blühen. Das Durchsägen zeigte sich nebenbei wegen leichten Abbrechens oder Ueberwachsenwerdens, das Wurzeleinkerben wegen letztern Uebelstands minder geeignet.

Die passendste Jahreszeit zu Vornahme der Ringelung ist die des Laubausbruchs als derjenigen in welcher die Rinde bereits leicht gelöst, durch Abfegen oder Abschaben die geschälte Fläche an Rindewiedererzeugung gehindert und dem Baume der ganze Sommer zur Vorbereitung auf das Blühen gesichert werden kann.

Die Entwicklung der Früchte nach der Blüte steht im Zusammenhange mit der Thätigkeit der Blattorgane. Die Ulme ist öfters Anfangs über und über mit jungen grünen Samen behangen und fast ohne Blätter. An solchen Bäumen vertreten sicherlich die grünen Flügel der Samen die Stelle der Belaubung. Beraubt man einen mit Früchten besetzten Buchenzweig seiner Blätter, so muss die Entwicklung der erstern nothleiden. Auch in der Obstbaumzucht wird ein fördernder Einfluss der Blätter auf das Wachsthum der Früchte und zwar nicht blos in absteigender sondern auch in aufsteigender Richtung angenommen. Es reifen nämlich die Früchte über einer schmalen Ringelung früher vollständig aus als die darunter befindlichen und erklärt man sich solches theils aus der Sparsamkeit des hier zuströmenden aufsteigenden, theils aus partiellem Zurückgehaltenwerden des absteigenden Bildungssaftes [1].

Das Reifwerden der Samen im Sommer nach der Blüte ist ganz gewöhnlich bei den Holzarten deren Reifezeit kurz ist (Weide, Birke) oder welche klimatisch gar keine Ansprüche machen (viele Nadelhölzer). Anders ist es bei den fleischigen

[1] Dubreuil, arboriculture, 1854. I. p. 52.

Früchten der Buche, Eiche und Edelkastanie, welche zu ihrer Reife einen langen warmen Sommer bedürfen. Ob bei ihnen ein reichliches nicht durch Spätfröste gestörtes Blühen im Frühjahr Samenfülle im Herbst nach sich zieht, hängt, ausser vom innern Nahrungsvorrathe der Bäume, von der Witterung des zwischen beiden liegenden Sommers ab. Allzugrosse Hitze, zumal Trockenhitze verursacht das Abfallen einer Menge Früchte. Ihr wird es zuzuschreiben sein wenn im südlichen Frankreich die Edelkastanie nur auf der Nordseite der Bäume trägt (s. Edelkastanie). Je schöner und länger im Allgemeinen der Sommer bei angemessenem Wechsel zwischen Wärme und Regen, desto vollkommener entwickeln sich die Samen welche grössere Ansprüche machen. Daher auch die Uebereinstimmung der guten Aeckerich- und Weinjahre. In kurzen und dabei kalten Sommern fällt ein grosser Theil, oft die Gesammtheit der Bucheln oder Eicheln taub ab oder reift unvollständig. Im Jahr 1864 waren viele Eicheln im Spätjahr noch so weit zurück dass sie von den Frösten der ersten Oktobertage, wie auch junges Laub, theilweise geschwärzt auf den Bäumen blieben.

Unzweifelhaft nimmt bei den Holzarten deren Samen, um zu reifen, neben hoher Temperatur bedeutende Länge des Sommers in Anspruch nimmt, nach Norden und im Litorale die Möglichkeit der Samenreife ab. (Man sehe dagegen: Edelkastanie.) Doch pflegen die Holzsamen welche bei uns in gewöhnlichen Sommern reifen, in warmen Sommern Schwedens und Norwegens noch zur Reife zu gelangen. Zahlreiche bestätigende Angaben bei Schübeler.

Nothwendig spielt auch der Reichthum des Bodens an geeigneten Aschebestandtheilen, sofern nicht bei der Vorbereitung zur Blüte, so doch bei vollkommener Entwicklung der daraus entstehenden Früchte eine namhafte Rolle.

In Jahren grossen Samenreichthums sind die Samen gewöhnlich auch am vollkommensten. In solchen ungenügenden Ausreifens gehen sie gern durch darauffolgenden Winterfrost zu Grunde (Bucheln).

In der Krone starker Eichen reifen die Früchte früher und werden vollkommener. An den Flatterreisern bleiben sie kleiner und fallen später ab.

Die Entwicklung der Samen kann befördert werden durch Wegnahme der untern ohnediess nicht tragenden Aeste. Nach dem Frühern wird aber der Baum dann vielleicht um so später wieder blühen.

XIII. Wandelbarkeit und Beständigkeit der Waldbäume.

Wandelbarkeit (Variation). Bekanntlich glaubt man neuerer Zeit nicht mehr an die Unveränderlichkeit der Art. Vielmehr ist diese nur der Inbegriff einer grössern oder kleinern Anzahl Individuen von muthmasslich gleicher Abstammung und unter sich nicht wesentlicher Verschiedenheit, wobei der Begriff des Wesentlichen selbst wieder einiger subjektiven Auffassung unterworfen ist.

Nach älterer Auffassung nahm man z. B. an dass nicht blos die gemeine Föhre, *Pinus sylvestris*, und die Bergföhre, *Pinus montana Dur*, zwei getrennte, nie in einander übergehende Arten seien, sondern dass auch die verschiedenen Formen in welche die Bergföhre zerfällt, nämlich Hakenföhre, Sumpfföhre, Legföhre, Anspruch auf die Bezeichnung als ächte nicht von gemeinschaftlichen Aeltern abstammenden Arten haben. Nunmehr vermuthen wir dass sich Hakenföhre, Sumpfföhre u. s. w. von gemeinschaftlichen Vorfahren aus unter dem Einfluss äusserer und innerer Ursachen zu abweichenden Formen entwickelt haben. Denn wir finden die Uebergänge von der einen zu der andern. Wir nehmen aber auch ferner an dass ursprünglich selbst gemeine Föhre und Bergföhre von gemeinschaftlichen Vorfahren abstammen, obgleich wegen Fehlens der Zwischenglieder uns der Nachweis dieser Abstammung unmöglich sei. Welchen ändernden Einfluss die äussern Umstände auf die Gewächse üben bemerkt man öfters auf Reisen. Mehrere wilde und auch Gartensträucher haben in der Umgebung und den Bosketen Wiens ein selbst den Schwaben überraschendes etwas befremdliches Ansehen.

Unwesentliche Abänderungen der Individuen begründen die Abarten, Varietäten, welche, wenn sie sich mit Sicherheit vererben, analog denjenigen der Thiere, Rassen genannt werden können, Spielarten aber, wenn sie nur individuell von zweifelhafter, ja unwahrscheinlicher Vererbung sind.

Zur Erläuterung der Abart können wir die verschiedenen Formen der gemeinen Föhre, die schottische, die russische (Rigaer), die deutsche und die Genfer Abart anführen, welche ausserhalb ihrer Heimath erzogen einen Theil ihrer Eigenthümlichkeiten, die schottische und russische z. B. ihre gerade Stammform, beibehalten.

Spielart[1] können wir die sogenannte Schlangenfichte (s. Fichte) nennen, welche nirgends sich regelmässig fortpflanzt, sondern in einem vereinzelten Individuum bald in diesem bald in jenem Revier einmal auftritt.

Zwischen beiden letztern Bezeichnungen haben wir öfters zu wählen, wenn wir, wie bei der eigenthümlichen Zickzackbuche, darüber im Zweifel sind ob sie sich auch unter veränderten Standortsverhältnissen erhalte.

Missbildungen oder Monstrositäten nennen wir Individuen oder Pflanzentheile welche von gewöhnlicher Form der Art oder Abart (s. S. 142) bedeutend abweichen.

Als Beispiele können wir Bänderwuchs und Knospendrang anführen. Sie sind meist vorübergehend und verlieren sich selbst am Individuum das sie hervorgebracht. Dass jedoch auch Erblichkeit möglich, beweist der Hahnenkamm, *Celosia*, unserer Gärten.

Nach neuerer Lehre müssen wir annehmen es bilden sich neue Arten nur im Laufe sehr langer Zeiten oder unter dem Einflusse tellurischer Aenderungen aus. Wogegen für unsere Sinne die Entstehung von Abarten, Spielarten und Monstrositäten fassbarer ist.

Eichen, Birken und Ulmen, Robinie, Pyrusarten, Wachholder haben grosse Neigung zu variiren. Besonders bei den Eichenarten trifft die allgemeine Erfahrung zu dass sich die Wandelbarkeit einer Holzart vor allem in der Verschiedenheit der Früchte ausspricht. Man kann sie auf der Fläche einiger Hektar von zehn Stämmen sammeln und nach Grösse, Form und Streifung so verschieden finden dass sie ohne Schwierigkeit selbst nach geschehener Mischung aller wieder sortirt werden können.

Ein erstes Moment der Bildung von Abarten ist demnach die innere Anlage der Art und Neigung zur Variation. Dazu

[1] Der Pariser Botanische Kongress im Jahr 1867 (Botanische Zeitung, 1868. S. 341) will allerdings Spielart nur für aus Knospen entstandene *lusus naturae* gebraucht wissen.

müssen sich häufig individuelle innere Ursachen gesellen, denn unter den gleichartigsten äussern Umständen arten häufig nur ein Theil, oft nur wenige Individuen aus. Duhamel [1] erhielt von 1000 gesäeten Wallnüssen nur drei Pflanzen welche drei Wochen nach den andern ausschlugen. Als Beispiel ähnlicher Art wäre wohl die „Steinbuche“ aufzuzählen, weil sie immer in vereinzelten Exemplaren vorkommt.

Handgreiflich wirksam ist oft als zweites Moment die Zusammenwirkung der standörtlichen Verhältnisse. Der Süden und Südwesten Frankreichs sowie Italien weisen kleine und behaartblätterige Spielarten der Steineiche *(v. apennina, pubescens)* auf. In Torfgegenden findet man nur die weichhaarige Birkenform. Zusammenwirken von meteorischen und den Eigenthümlichkeiten von Lage und Boden hat bei manchen Holzarten das Vorhandensein einer kleinern Bergform im Gegensatze zu einer üppigern des Tieflandes zur Folge. Die hannöverische Zickzackbuche wird in Verbindung mit der Kalkunterlage des Bodens gebracht. Auch die französische kriechende Abart wächst auf Kalkgebirgen.

Hat einmal eine Gewächsform die bisher unwandelbar schien in irgend einer Weise als Spross oder Samenerzeugniss abzuweichen angefangen, so pflegen sich an die einmalige Abirrung noch weitere Variationen zu knüpfen. Es gibt der Wandlungen mehrere, denen man Förderung des Bestandes der Art, andere denen man das Gegentheil davon zuschreiben darf. Verlangsamung des Wuchses, Penduliren der Aeste, Minderung der Blätterzahl oder der Gesammtblattfläche, Scheckblättrigkeit u. dgl. müssen bei Zusammentritt mit raschwachsenden Formen gleicher oder anderer Art zum Nachtheil, entgegengesetzte Tendenzen, spätes Austreiben und Blühen, sowie früher Vegetationsabschluss u. dgl. zum Vortheile gereichen.

Ueber die Beständigkeit (Konstanz), d. h. Fähigkeit der Abart, Spielart u. s. w. sich überhaupt oder mit Sicherheit durch Samen fortzupflanzen, lässt sich eine allgemeine Regel nicht

[1] Exploitation I. p. 319.

aufstellen. Unbedeutende Spielarten können fest, wesentliche Abarten vorübergehend sein. Bei der Neuheit der eigentlichen Gehölzkultur und der Seltenheit der Samenjahre vieler Holzarten und deren später Samenfähigkeit lassen sich denen der Getreidekultur entsprechende Erfahrungen über Fortpflanzung durch Saat entstandener Waldbaumformen nicht aufweisen und erst für eine ferne Zukunft erhoffen.

Mehrere Erfahrungen [1] sprechen dafür dass nicht blos Eicheln von Bäumen welche ganz besonders grosse Früchte zu tragen pflegen, sondern auch die grössern Eicheln eines Baumes den kleinern gegenüber grössere Pflanzen liefern. Th. Hartig empfiehlt daher die nöthigen Saateicheln von den stärksten Bäumen der bestentwickelten Bestände zu beziehen. Die Riesenbäume des Urwaldes sind nach ihm die beim Kampfe mit den Gebrechen des Alters siegreich übrig gebliebenen bestwüchsigen Individuen. Woraus man freilich ebensogut den Schluss ziehen kann dass auch bei Mengung der verschiedenen Eichelnsorten bei gewöhnlichem Verlaufe der schliessliche Hauptbestand aus den überlebenden und überragenden Stämmen bestehen muss.

Um so mehr Gelegenheit bieten dagegen die Forstbäume den natürlichen Zusammenhang von Klima und Standort mit Entstehung von Varietäten zu erforschen. Klima und Bodenbeschaffenheit verdammen häufig eine Baumart zum Strauch, während günstige Verhältnisse einen Strauch können Baumesgrösse erlangen lassen. Die Erfahrung lehrt nun dass dem Standort entsprungene Artänderungen, welche bei andern Gewächsen von geringer Dauer zu sein pflegen, bei den Holzarten gut vererben können. Es gilt solches z. B. von den schon namhaft gemachten Föhrenformen. Auch die korkreiche Varietät der Ulme ist öfters so konstant dass man auf einem Standort nur sehr korkreiche unter sich ähnliche Exemplare findet.

Je länger, d. h. in je mehr Generationen, die Abart oder

[1] Verhandlungen des Harzer Forstvereins, Jahrg. 1861. S. 21. Kritische Blätter, 49. Bd. II. Heft. S. 106.

Spielart sich unverändert fortgepflanzt hat, je mehr sie dadurch zur Rasse geworden, desto sicherer ist ihre fernere Fortvererbung. Je jüngeren Ursprunges dagegen die Eigenthümlichkeit ist, desto leichter verschwindet sie und artet das sie zeigende Individuum wieder ein, d. h. schlägt auf die Voraltern zurück. Ein plötzlicher Rückschlag einer einzigen Knospe auf die Urform an rein zufälliger Stelle des Baumes, besonders bei Bäumen mit ungewöhnlich gefärbter Belaubung, ist nicht selten und wie begreiflich häufiger als das räthselhafte Entstehen einer Ab- oder Spielart an diesem oder jenem vereinzelten Zweigchen.

Allgemein erhalten sich Abarten, Rassen und Spielarten weit sicherer durch Sprossen als durch Samen und daher pflanzt die Gärtnerei ihre interessanten Schöpfungen oder Funde in der Regel durch Pfropfung, Absenker u. dgl. fort.

XIV. Keimung der Holzsamen.

Die Naturgesetze welchen die Keimung der Samen gehorcht modifiziren sich ungemein bei verschiedenen Pflanzenarten und unter abweichenden äussern Umständen. Daher die Thatsache dass die Mehrzahl der von den Beobachtern aufgestellten Erfahrungssätze von anderer Seite bestritten wird. Nirgends scheint eine Theilung der Arbeit nothwendiger als beim Studium der Keimungsvorgänge. Wir Forstleute insbesondere sollten dem Gegenstand um so mehr unsere Aufmerksamkeit schenken, als die Samen vieler unserer Waldbäume Eigenthümlichkeiten darbieten.

Um zu keimen müssen die Samen hinreichende Reife erlangt haben. Vollständige Reife lässt die kräftigsten Keimpflanzen erwarten. Keimfähig sind jedoch die Samen schon vor der eigentlichen Reife. Bei Duhamel [1] keimten noch ganz grün aussehende Samen der Blumenesche alsbald in den Boden gebracht auffallend früh, vielleicht, anderem Eschensamen gegenüber, wegen Erhaltung aller Feuchtigkeit. Auch noch durchscheinende schleimige Wallnüsse entwickelten sich bei ihm. [2] Seyffer [3] erzog eine Menge junger Pflanzen aus unreifem Samen von *Sophora japonica*.

Die einen geben an dass unreife Samen früher, die andern dass sie später keimen als die normalen. Erstere Erscheinung suchte man chemisch durch die Annahme zu erklären dass von unvollkommen reifenden Samen die beim normalen Ver-

[1] Des semis et plantations, p. 101.

[2] Fleischer, Beiträge zur Lehre von dem Keimen, S. 4. Die betreffende Stelle können wir jedoch in Duhamel nicht auffinden.

[3] Botanische Zeitung, 1836 Nr. 6, nach Treviranus II. S. 576.

laufe der Ausreifung erfolgende Fixirung der anfänglich flüssigen Nährstoffe und spätere Wiederauflösung erspart werde.

Zur Keimfähigkeit gehört die wenigstens grösstentheils erreichte Ausfüllung der Samenhöhle durch den Embryo.

Unvollkommene Reife wie sie in kurzen kühlen Sommern, namentlich an Nordabhängen, bei Bucheln und Eicheln nicht selten ist, hat den grossen Nachtheil dass die Samen soweit sie nicht ganz unreif schon auf dem Baum erfrieren, am Boden zu Grunde gehen können, zumal wenn sie, im Eingange Winters bereits angekeimt, später der heilsamen Schneedecke ermangeln.

Ausserdem gelten als leichtfassliche Regeln dass unvollständig gereifte Samen sich leichter erhitzen, mit ihrer natürlichen Feuchtigkeit ihre Keimkraft früher verlieren, auch unvollkommenere Pflanzen liefern als vollständig gereifte.

Junge Bäume welche anfangen zu fruchten, tragen sehr häufig nur taube Samen (Föhren). Ebenso fliegen bei mehreren Bäumen (Eschen, Ulmen, Birken) vor den guten eine Menge tauber Samen ab. Die zuletzt noch hängenden Samen können ebenfalls unvollkommen reif sein (Ahorn).

Die Dauer der Keimkraft normal ausgereifter Samen ist bei den einzelnen Holzarten sehr verschieden. Bucheln und Eicheln bleiben gewöhnlich nur bis zum nächsten Frühling keimfähig. Der schon im Mai reifende Ulmensamen keimt alsbald nachher, bewahrt aber auch seine Kraft bis zum folgenden Frühjahre, länger aber selbst bei schönstem Ansehen nicht. Auch der Birkensamen pflegt sich meist nur bis zum nächsten Frühjahr gesund zu erhalten. Eschen- und Weissdornsamen, auch derjenige der Eibe keimen in der Regel erst im zweiten, ein Theil derselben manchmal erst im dritten Jahr. Die Samen der gewöhnlichen Nadelhölzer, z. B. der Fichte und Föhre, entwickeln sich im ersten Jahr am schönsten, erhalten jedoch ihre Keimkraft unter gewöhnlichen Verhältnissen noch mehrere Jahre.

Von langer Dauer ist die Keimfähigkeit der Schotenbäume. In der Zone der Besenpfrieme erscheint diese oft auf Kahl-

holzschlägen in ganz unerwarteter Weise, wie auf verlassenen Feldern. Ihr Samen muss vorher Jahrzehnde lang im Boden geschlummert haben.

Noch lebenszäher sind aber die Samen vieler Unkräuter und Grasarten. Jahrzehnde über kann man, ohne sie zum Körneransatze kommen zu lassen, Schirmblüten und Gräser ausraufen und doch erscheinen sie von neuem mit jeder Bodenlockerung. In Saatschulen wo *Poa annua* zu Haus ist kann dieses Unkraut durch Aufbringen von Guano in überraschender Weise hervorgerufen werden.

Es gibt also Umstände welche die gewöhnliche Keimungsfähigkeit verlängern und solche die die Keimung befördern.

So bleiben in nassen Jahren, oder vom Regen mit einer zu dicken oder zu dichten Erdschicht überschwemmt die Bucheln unserer Saatschulen manchmal sammt und sonders im Boden und keimen zum grössten Theil im nächsten Jahre. Merkwürdig solches, weil Bucheln die man in einer Flasche verkorkt in den Boden legt, sich zwar dem Ansehen nach vortrefflich frisch erhalten, aber nach Jahresfrist im Innern des Keimchens einen schwarzen Punkt haben, der das Erloschensein des Lebens anzeigt.

Weil die allmähliche Austrocknung an der Luft liegender Eicheln bei deren Erhaltung das augenscheinlichste Hinderniss bildet, glaubt Pfeil [1] dass man in einer luftleeren Blechbüchse Eicheln wie Gemüse mehrere Jahre bei Keimkraft erhalten könnte.

Die vielempfohlene Winteraufbewahrung von Eicheln und Edelkastanien unter Wasser schlägt sehr leicht fehl. Sei es dass man die Früchte in durchlöcherten Fässern oder in Säcken versenkt habe, zieht man sie im Frühling aus dem Wasser gewöhnlich halbfaul oder wenigstens in alkoholiger Gährung begriffen. Da nach Emery [2] Edelkastanien von einer Ernte zur andern unter Wasser eines klaren fliessenden Baches gesund

[1] Kritische Blätter, 31. Bd. II. Heft S. 4.

[2] Étude sur le rôle physique de l'eau dans la nutrition des plantes, Paris 865, p. 14.

erhalten werden können, wäre anzunehmen dass man das vorstehend angeführte Faulen unter Wasser mangelndem Wasserwechsel, d. h. mangelhaftem Sauerstoffzutritt beizumessen hätte.

Auf Stocklöcher gesäete Eicheln keimen in nassen Jahren nur im Umfange zur gewöhnlichen Zeit, in der Mitte, wenn sie nicht ganz ersaufen, manchmal erst im Herbst.

Auch Hickorynüsse, so viel uns bekannt in der Regel im nächsten Frühling keimend, können bis zum zweiten Jahr ungekeimt im Boden bleiben.

Im Niederungsboden steckende Erlen-, im Schlamme verborgene Weidensamen keimen beim Ausschlagen des Bodens oder Schlammes in Masse.

Die Samen der Föhren und Fichten endlich, in ihren Zapfen aufbewahrt, erhalten sich über ein Jahrzehnd keimfähig. Auch bei der Tanne scheint etwas ähnliches vorzukommen.

Weisstannensamen pflegen ihre Keimkraft nur bis zum nächsten Frühjahr zu behalten. Manchmal findet man aber im schattigen Tannenbestand noch im Sommer einen ganz am Boden liegenden eben erst sich auflösenden Tannenzapfen, aus dem eine Menge Keimlinge hervorwachsen. So ein noch wohlerhaltener Zapfen, den uns Hr. Revierförster Schwendtner im Juni 1869 aus dem Kalmbacher Reviere zusandte.

Vorstehend genannte Erscheinungen erklären sich zum Theil aus der chemischen Zusammensetzung der Samen. Wir begreifen z. B. dass stärkmehl- und kleberreiche Samen sich besser erhalten als ölhaltige. Andererseits belehren uns die zur Keimung erforderlichen Vorbedingungen warum die Samen unter Umständen länger ungekeimt bleiben.

Aeltere Samen keimen langsamer und liefern, jedenfalls bei den Nadelhölzern, kleinere Pflänzchen als frische.

Eine unseres Wissens noch nicht näher untersuchte Eigenthümlichkeit reifender Samen ist die namhafte Feuchtigkeit- und Wärmeentwicklung, bekannt unter dem Namen des Abschwitzens. Grosse Eicheln z. B., wie sie im grünen Zustande gesammelt werden oder abfallen, ergaben von diesem Zustande bis zur Annahme der braunen Farbe einen Gewichtsverlust von 7,1 Procent.

Lässt man die Sämereien frisch von der Gewinnung weg in grösserer Masse liegen, so erhitzen sie sich wie Gras und unvollständig getrocknetes Heu. Sowohl grosskernige Früchte oder Samen wie Eicheln, Bucheln, Kastanien u. drgl., als kleinkernige z. B. von Tannen, Birken etc. zeigen diese Erscheinung.

Haben die Samen abgeschwitzt, d. h. einen gewissen Grad von Trockenheit erlangt, so wird ihnen der Mehrzahl nach weitere Austrocknung schädlich. Hat dieselbe bei den genannten kernreichen Samen oder Früchten, auch denen der Nadelhölzer, es zum Schlottern des Kerns in seiner Umhüllung gebracht, so pflegt die Keimkraft verloren zu sein. Weidensamen können nach Wiesner[1] schon bei scharfer Sonnentrocknung ihre Keimfähigkeit verlieren oder wenigstens in deren Folge langsam keimen. Leguminosensamen dagegen und in noch höherem Masse Samen von Zerealien und Gräsern ertragen starke und langanhaltende Austrocknung.

Eine Anzahl Samen wie Hainen, Eschen, Eiben und andere mehr keimen wenigstens theilweis im Frühjahr nach der Reife, wenn sie alsbald nach letzterer im feuchten Boden bleiben, während die in der Luft gespeicherten regelmässig erst im zweiten Jahr aufgehen.

Es ist nicht immer leicht bei den Folgen der Austrocknung unter höherer Temperatur Hitze und Trockenheit auszuscheiden. Von den Nadelhölzern wissen wir dass sie ohne zu leiden eine Stunde lang einer trockenen Wärme von 70 ° C. ausgesetzt werden können. Bei Wiesner keimten solch erhitzte Samen merkwürdiger Weise früher als die andern. Bekannt ist auch dass verschiedene Samen in Wasser längere Zeit, ohne ihre Keimkraft zu verlieren, die Siedhitze aushalten.

Unter den Keimungsbedingungen nennen wir zuerst die Anwesenheit von Feuchtigkeit. Nicht bloss im Boden in Berührung mit tropfbarem Wasser, sondern auch in feuchter Luft am Boden liegend keimen oft die Eicheln allenthalben

[1] Experimentaluntersuchungen über die Keimung der Samen, 64. Band der Sitzungsberichte der k. Akad. der Wissensch. I. Abth. 1871. Okt.-Heft.

in milden Vorwintern. Ja wir glauben einmal im Klima der Bretagne auf dem Baume selbst keimende Eicheln gesehen zu haben.

Die Menge Wasser welche der Samen aufnimmt, um die Keimung einzuleiten, ist eine bestimmte.

Legt man z. B. eine Hickorynuss *(alba)* von 4,2gr Gewicht im Anfang April ins Wasser, so kann dieselbe sich erst zwischen Oberfläche und Grund schwimmend erhalten, also das spezifische Gewicht des Wassers haben. Nach zwei Tagen wiegt sie aber, trotz ihrer dicken harten Schale, bereits 5,1 gr, nach weitern zwei Tagen 5,3, zwei Tage später 5,4, welches nach dem Gesagten in sechs Tagen erreichte Gewicht sie nun behält bis am Schlusse von weitern acht Tagen die Oberfläche der Schale anfängt sich aufzulösen und nach wenigen folgenden Tagen die Kluft entsteht, durch welche der Keim austreten will.

Die geschilderte Wasseraufnahme durch den Samen ist mit erheblicher Erwärmung verbunden, welche Wiesner von der physikalischen „Verdichtung“ des Wassers in den Geweben des Keims ableitet und nichts zu schaffen hat mit der spätern die Entwicklung von Kohlensäure begleitenden Wärmeentbindung.

Zur eigentlichen Keimung d. h. Entfaltung von Wurzeln und Blättern ist ein für die einzelnen Samenarten verschiedener Temperaturgrad nothwendig. Nach Pfeil [1] keimt der Ahornsamen bei einer Wärme die für den der Föhre nicht hinreicht; noch mehr Wärme verlangt die Robinie, Eichel und Buchel erfordern weniger als Birke und Ulme.

Eine gesteigerte Temperatur verlangsamt die Keimung und bei einer allzu hohen gehen die Samen ganz zu Grund. Man nimmt an dass die Erhitzung trockenen Sandes und schwarzen Moorbodens solches herbeiführen könne. Näheres darüber scheint zu mangeln.

Licht ist zur Keimung nicht nur nicht nothwendig, sondern eher nachtheilig als förderlich, wobei freilich die das Licht meist begleitende Austrocknung mitwirken kann.

Ohne Umgebung Sauerstoff enthaltender Luft ist Keimung nicht möglich, was an Samen sowohl im luftleeren Raum als

[1] Kritische Blätter, 31. Bd. II. Heft S. 8.

unter Wasser sichtbar wird. Rührt man Birkensamen in einem Glase Wasser um, so dass er in verschiedenen Tiefen des Wassers schwimmt, so keimen die Körner an der Oberfläche mit Leichtigkeit, die tiefern langsamer, die tiefsten verfaulen ohne zu keimen. Zu viele Samen in einem Quantum Wasser können dasselbe Loos haben. Unter Wasser, sowohl im warmen Raum als in einem stehenden Teiche, verfaulen Eicheln und Edelkastanien leicht. (Oben S. 258.) Man begreift hienach auch dass mehrmaliges mässiges Beregnetwerden von Saaten die Keimung mehr fördern kann als fortgesetztes den Samen unter Wasser setzendes Regenwetter.

Man nimmt an [1] dass besonders ölreiche Samen bei der Keimung viel, stärkemehlreiche dagegen weniger Sauerstoff verbrauchen. Entsprechend der Sauerstoffaufnahme entwickeln sich Bläschen von Kohlensäure, die sich im Wasser an den Samen anzuhängen pflegen.

Bei einem Keimversuch in Wasser mit verschiedenen Samen, Erbsen, Wicken, Senf, Kresse, Zerealien und Raps, entwickelten nur die letzteren keine solche Bläschen.

In diesem Stadium der Entwicklung löst sich in Wasser von einer grossen Zahl Samen etwas Substanz ab, welche sich flocken- oder wolkenartig im Wasser verbreitet.

Ausser den die Keimung herbeiführenden gewöhnlichen Agentien gibt es welche die Keimung beschleunigen und die fast verlorene Keimkraft alter Samen wieder zu wecken vermögen. Vonhausen welcher Versuche über Mittel zur Förderung des Keimens angestellt hat [2], fand dass eine Beigabe von Chlor nicht direkt sondern durch Bildung von Salzsäure wirkt und daher auch durch Zusatz anderer Mineralsäuren ersetzt werden kann, deren Wirkung wie die Salzsäure nur in der kräftigen Erweichung und Mürbung der Samenhüllen besteht. Ein Ergebniss das ihn dazu führte auch mit basischen und mit Salzlösungen Keimproben vorzunehmen, deren erstere in der Wirkung den Säuren gleichkamen und worunter

[1] Mayer, Agrikulturchemie, II. S. 99.

[2] Forst- und Jagdzeitung, 36. Jahrg. 1860. S. 8.

besonders verdünntes mässig alkalisch reagirendes Kalkwasser sich dem gewöhnlichen Wasser gegenüber durch Weckung der Keimkraft einer grössern Zahl alter Samen auszeichnete.

Nach Botanischer Zeitung, 16. Jahrg. 1858. S. 230, erhalten sich Samen ziemlich lange Zeit und keimen sogar in Salzwasser, gehen jedoch bei allzu langem Verweilen darin zu Grund.

Die Dauer der Keimung ist bei den einzelnen Holzarten sehr verschieden. Weiden- und Aspensamen gehen nach Pfeil unter günstigen Umständen schon nach sechs Tagen auf. Föhren-, Fichten-, Lärchensamen gewöhnlich nach vier bis sechs Wochen, Haine, Esche, Eibe erst nach 1½ Jahren. Ausserdem üben aber wasserhaltende Kraft, Erwärmungsfähigkeit und Lockerheit des Bodens einer-, die Witterung andererseits solch namhaften Einfluss auf die Keimungsdauer dass diese dadurch auf Hälfte oder ein Drittheil oder auf das Doppelte und Dreifache erhöht werden kann. Im Frühling 1872 keimten die im April eingelegten Bucheln und Föhrensamen in dem sonst etwas trägen Schlaisboden bereits nach vierzehn Tagen, Anfangs Mai.

Besondere Besprechung verdient wohl die Jahreszeit der Aussaat.

Im Spätherbst in den Boden gelegte Samen bereiten sich durch Feuchtigkeitsaufnahme zu zeitiger Keimung im darauffolgenden Frühjahr vor. Solche die gegen Frost empfindlich sind, wie z. B. Eicheln und Bucheln, können aber im saftreichen oder gar bei mildem Novemberwetter angekeimten Zustand im Winter zu Grunde gehen, zumal wenn keine frostmildernde Schneedecke vorhanden ist. Andere, wie die schon genannten, auch Ahorn- und Tannensamen erfrieren leicht im nächsten Frühjahr als junge Pflänzchen. Im Bestand abgefallene Bucheln keimen und entwickeln sich in trockenwarmen Frühjahren bei günstiger Lage, unter dünner Laubdecke öfters schon im Februar.

Je später gegen das Frühjahr die Holzsamen natürlich vom Baume fallen oder in den Boden gelegt werden, desto längere Zeit gebrauchen sie um zu keimen. Sie haben ja

vor allem erst die nöthige Feuchtigkeit aufzusaugen. Auch im Mai und Juni, und sogar im Juli gesäet, keimen die Mehrzahl der Samen, soweit noch keimfähig, recht gut und wegen der wärmern Witterung schneller als im April. Aber die gegen den Sommer mehr und mehr drohenden Trockenzeiten des Bodens sind bedenklich. So kann eine Föhrensaat im Juli ausgeführt vortrefflich und rasch anschlagen, aber auch im Boden bleiben und wie eine Weymouthsföhrensaat die wir am 8. August 1865 ausführten, erst am 10. September anfangen und dann bis in den Oktober fortfahren zu keimen. Was die Folge hat dass ein Theil der zarten Pflänzchen erfriert, ein anderer vom Frost ausgezogen, ein dritter nicht zur Keimung gekommener Theil Samen von Thieren verzehrt wird.

Die Früchte oder Samen der verschiedenen Holzarten haben solch abweichende Grösse und Hüllen dass dadurch die Keimung der erstern nothwendig beeinflusst werden muss.

Kleine Samen können sich leichter mit Wasser sättigen als grosse. Ebenso wird letzteres durch dicke Umhüllungen schwerer eindringen als durch dünne.

Das Fleisch von Kirschen, Pflaumen, Mandeln, von *Pyrus*-, *Sorbus*-, *Crataegus*-, *Mespilus*-Früchten, endlich denen von *Celtis*, *Juglans* erhält die in ihnen enthaltenen Kerne längere Zeit frisch und schützt sie vor allzu früher Einwirkung des keimungfördernden Sauerstoffs. Es scheint jedoch dass es auch später der Keimung hinderlich werden kann. Wenigstens misslingen häufig Saaten mit ganzen Sperberfrüchten und pflegt man überhaupt die Samen des Kernobstes mit dem zerquetschten Fleische zu säen.

Weil viele Samen die von einer holzigen Schale umgeben sind, z. B. ein Theil der Steinfrüchte und Hainensamen, vor der Keimung sehr lange Zeit im Boden liegen, wird die harte Schale für ein Hinderniss der Keimung gehalten. Man machte daher in die holzige Hülle Einschnitte, feilte sie an u. drgl. und will dadurch die Keimung beschleunigt haben.[1]

[1] Fleischer, Beiträge S. 19.

Duhamel[1] dagegen versichert dass von ihren Hüllen befreite Mandeln schlechter keimen als natürliche. Dass die holzigen Schalen nicht immer ein grosses Hinderniss der Keimung bilden, beweist die Raschheit mit der nach dem Obigen (S. 261) hartschalige Nüsse das nothwendige Wasser einsaugen und der Umstand dass es auch dünnschalige oder dünnhäutige Früchte und Samen gibt, welche schwer keimen (Esche, Eibe).

Die Samenkeime der Holzarten sind wie diejenigen anderer Gewächse entweder von einem Eiweisskörper umhüllt oder eiweisslos. Als Beispiele ersterer Art können die Samen der Esche und der Nadelhölzer dienen. Das ganze Keimpflänzchen liegt bei ihnen leicht auslösbar in der dicken Eiweisshülle.

Ohne umkleidenden Eiweisskörper sind dagegen Eicheln, Edel- und Rosskastanien, Bucheln, Hainen- und Birkensamen. Bei allen genannten ruhen die Eiweissstoffe in den Keimblättern selbst, also bereits innerhalb eines Organes des Keimpflänzchens. Dieses braucht sie nicht von aussen an sich zu ziehen.

Bei den drei erstgenannten Früchten bleiben die fleischigen Kotyledonen unter dem Boden und ihre Thätigkeit besteht lediglich in der Lieferung der in ihnen enthaltenen Nährstoffe. Ob sie, von Erde entblösst und dadurch in Berührung mit Luft und Licht getreten, insofern sie hier rothe oder, wie wir glauben, auch grüne Farbe annehmen, die Thätigkeit grüner Blätter zu beginnen vermögen, ist uns unbekannt.

Bei der keimenden Buchel und dem Keimling der Haine und Birke, deren Keimblätter sich über den Boden erheben, tritt diese Blattfunktion alsbald nach der Entfaltung der Kotyledonen zu derjenigen der Stofflieferung. Letztere spielt natürlich eine unbedeutende Rolle, wenn wie bei der Birke, Weide etc. die Keimblättchen sehr klein sind.

Kein Wunder, nach dem Gesagten, dass Keimlinge welche die Kotyledonen frühzeitig verloren haben, normalen Pflanzen gegenüber in der Entwicklung zurückbleiben. Man kann sich

[1] Physique des arbres, II. Liv. IV. p. 10.

jedoch davon überzeugen, was schon Duhamel [1] sagt, dass von Rüsselkäferlarven durchwühlte Eicheln, wenn der Keim nicht zerstört worden, wohl noch keimen können. Im Anfang wenigstens bleiben solche Pflanzen in der Entwicklung zurück.

Verliert der Keimling durch einen äussern Unfall den über den Keimblättern entwickelten Stengeltheil, so entwickelt sich, wenigstens bei der Buche, eine rothsammtartig anzusehende Achselknospe am Grunde jedes Keimblatts und die Pflanze erhält dann gewöhnlich zwei Stengel. Ob solches auch bei Eichen-, Hainen- und andern Keimlingen vorkommt, ist uns nicht bekannt.

Mit der Entfaltung gewöhnlicher Blätter verliert sich mehr und mehr die Bedeutung der Keimblätter und sie fallen früher oder später im ersten Sommer ab.

[1] Semis et Plantations, Liv. II. p. 101.

XV. Kreuzung von Holzarten.

In der Blumengärtnerei spielt die Kreuzung der Gewächse mittelst künstlicher Befruchtung eine wichtige Rolle. Auch in der Landwirthschaft greift die Kultur von künstlich oder durch natürlichen Zufall entstandenen Bastardgewächsen um sich. In forstbotanischen Gärten wird sie wegen der langen Zeit welche die Erziehung von Kreuzungsprodukten erfordert, immer nur eine untergeordnete Rolle spielen. Noch weniger kann sich die grosse Forstwirthschaft damit befassen. Dennoch hat sie für uns ein gewisses Interesse. Kommen doch im Walde Beispiele natürlicher Artenkreuzung von Bäumen vor, deren Erzeugnisse Mittelformen sind, die sich durch Samen fortpflanzen.

In Forstgärten bildet ein auffallendes Beispiel von Kreuzung [1] der nunmehr allgemein verbreitete *Cytisus purpureo-laburnum Morr. (C. Adami Poir., purpurascens Hort.)* [2]. Er wäre den Angaben zufolge in einem Garten zu Vitry bei Paris aus *Cytisus laburnum L.* und *Cytisus purpureus Scop.* entstanden und hätte sich von dort aus verbreitet. Die hiesigen Exemplare wie diejenigen von denen die Mehrzahl der den Gegenstand behandelnden Schriftsteller spricht, scheinen Mischlinge von *Cytisus laburnum L.* und *Cytisus purpureus Scop.* Morren [3] dagegen spricht von Adami - Individuen, die in *C. alpinus* zurückschlügen, was den oben angegebenen Ursprung jedenfalls für einen Theil der Stämme zweifelhaft macht.

Im Nachfolgenden wollen wir die wesentlichsten neuern

1 Vergl. oben S. 165 eine andere Ansicht über Entstehung des Baumes.

2 Kritische Blätter, 46. Bd. II. Heft. S. 246.

3 Notice sur le Cytise purpureo-laburnum, Gand 1871.

Erfahrungssätze an die Hand geben, wie wir sie aus Nägeli's Arbeiten zusammengestellt finden [1].

Bestäubung des Pistills durch Pollen des Individuums, Selbstbestäubung, scheint gewöhnlich minder fruchtbare Nachkommen zu liefern als solche durch andere Individuen.

Auch innerhalb derselben Varietät entstehen meist weniger fruchtbare Nachkommen als bei Kreuzung zweier Spielarten.

Pollen derselben Spezies schliesst in der Regel die Wirkung dessen einer andern Art aus. Derjenige einer andern Varietät kann sehr leicht die Selbstbefruchtung hindern.

Die Pflanzenfamilien verhalten sich in Bezug auf Bastardirung sehr verschieden. Ueber dieselbe Gattung hinaus pflegt sie nicht möglich zu sein. Häufig beschränkt sie sich auf die Varietäten derselben Art.

Der Erfolg der Kreuzung wird besonders durch sexuelle Verwandtschaft begünstigt, welche mit der systematischen nicht immer zusammenfällt. In je geringerer sexueller Verwandtschaft zwei Pflanzen zu einander stehen, desto weniger ist ihr Produkt zur Fortpflanzung geeignet, desto weniger keimfähige Samen, desto kleinere Samen liefert es.

In Folge der Konkurrenz des Pollens einer verwandten Pflanze können in der Frucht zweierlei Samen entstehen.

Die Merkmale der Bastarde stehen zwischen denen der beiden Vorfahren und zwar bald ziemlich in der Mitte, bald dem einen oder andern Vorfahren näher. Hiebei ist zweierlei möglich, nämlich dass alle Merkmale in der Mitte liegen, oder dass die Mitte durch das Einerseitsliegen der mütterlichen und Andererseitsliegen der väterlichen Eigenschaften hergestellt wird. Oft nähern sich die vegetativen Theile des Hybriden dem einen, die reproduktiven Blüten und Früchte dem andern Theile des Aelternpaares. Es kommt jedoch auch vor, dass der Bastard in dieser oder jener Beziehung über die von den beiden Voraltern gezogenen Grenzen hinausliegt. Ein Beispiel dieser Art verzeichneten wir früher [2].

[1] Botanische Zeitung, 25. Jahrg. 1867. S. 143.

[2] Kritische Blätter, 49. Bd. I. Heft. S. 201.

Im Allgemeinen gehen die Merkmale um so unveränderter über, je unwesentlicher sie sind. Um so eher entstehen Mittelbildungen, je wichtiger und konstanter dieselben.

Hybriden variiren in erster Generation um so weniger, je weiter die Aeltern von einander entfernt sind, also Artbastarde weniger als Spielartenbastarde.

Befruchten sich Bastarde, so nimmt die Variabilität in den folgenden Generationen um so mehr zu, je mehr sie in erster gemangelt hat. Mehr und mehr erscheinen alsdann drei Spielarten, nämlich die ursprünglich entstandene und Rückschläge nach zwei Richtungen.

Bei Innzucht erfolgt ein Rückschlag auf Stammformen, besonders wenn die Stammformen sehr verwandt gewesen.

Bastarde entfernter Aeltern entwickeln sich in allen Theilen kümmerlich und gehen aus Mangel an Lebensenergie bald zu Grunde.

Hybride Nachkommen näher verwandter Arten pflegen, in den Genitalien geschwächt, in den vegetativen Organen zu luxuriren.

Ob der Pollen oder die ihn empfangende Narbe der einen oder der andern Pflanze angehört, macht sich gar nicht oder kaum in den Merkmalen des hybriden Nachkommen bemerklich. In den Eigenschaften dagegen, insbesondere in verschiedener Fruchtbarkeit und ungleicher Tendenz zum Variiren spricht sich die Auswechslung von Vater und Mutter deutlich aus.

Bei etwaigen Kreuzungen Behufs Erlangung von forstlich wünschenswerthen Formen wird man sich hauptsächlich der Kreuzung von Varietäten zuzuwenden haben, weil Artenkreuzung in der Regel Produkte liefert, die sich durch Samen fortzupflanzen ausser Stand sind.

XVI. Missbildungen (Abnormitäten)

heissen wir diejenigen Abweichungen der Holzarten von ihrem gewöhnlichen Entwicklungsgange, welche ihrem Gedeihen im Allgemeinen nicht unmittelbar nachtheilig werden.

Meist lokaler Natur lassen sie sich leichter als die Krankheiten nach den Organen eintheilen, an welchen sie zu beobachten sind.

Wurzelknoten. Manche Holzarten z. B. Robinien, nach Duhamel [1] auch *Cytisus alpinus* und überhaupt fast alle Leguminosenpflanzen bilden an einem Theil ihrer feinern Wurzeln mehr oder weniger grosse Anschwellungen, deren Bedeutung räthselhaft ist, weil sich aus ihrer zerstreuten Stellung am Wurzelsystem nicht wohl ein Schluss ziehen lässt.



Ebenso findet man häufig am Ende dünner Wurzeln von Erlen wallnussgrosse Anschwellungen (Fig.) mit körniger Oberfläche, innerlich mit Holzverzweigung wie in einem Hexenbesen und vermuthlich unter dem Einflusse des absteigenden Saftes entstanden nach Verkümmerung des Wurzelendes, in ähnlicher Weise wie Verstümmelungen der Zweige Maserbildung zur Folge haben. Duhamel erzeugte haselnussgrosse Wurzelknoten *(avelines)* an den Enden eines Baumes den er in einen viel zu engen Topf gepflanzt hatte.

Endlich fanden wir auch wallnussgrosse birnförmige Knoten verschiedener Holzarten z. B. Föhre mit zahlreichen Jahresringen, wieder in offenbarem Kausalzusammenhange mit

[1] Physique des arbres, Liv. I. Chap. V. p. 91.

einer dünnen harzerfüllten, theilweise sammt ihrer Rinde durch die wuchernden, vom veranlassenden Würzelchen aus von weicher Markstrahlmasse durchzogenen, ziemlich rothen aber nicht sehr harzreichen Jahresringe eingewickelt (Spezifisches Gewicht 0,69).

Harzgallen heissen wir in der Richtung der Jahresringe liegende mit Harz erfüllte aufrechte Höhlungen welche bald der Rinde, bald der Markröhre näher und ohne Gesetzmässigkeit im Holzkörper der Nadelhölzer vorkommen und solches nicht blos bei denjenigen mit Harzporen oder harzreichem Kern, sondern auch bei Fichten und Tannen, also fast oder ganz harzporenlosen Nadelhölzern ohne Kern. Auf Längsschnitten des damit besetzten Holzes bemerkt man dass sich die Gallen nach kurz vorher begonnenem Holzringe zu entwickeln pflegen und desshalb die nachfolgenden Holzringe mit Ausbauchung sich darüber herlegen.

Verbänderung oder Fasziation *(caulis fasciatus)*. Eigenthümliche Verwachsung sämmtlicher oder der Mehrzahl Zweige der Jahresproduktion eines Stamms, Zweiges oder Ausschlags zu einem breiten, bandartigen Organ. Entweder gestaltet sich dieses handförmig, oder gabelt sich der obere Theil, sich wie der Schwanz eines Fisches oder Birkhahns aus einander krümmend. Oder nimmt die Spitze Krummstabform an. Bei Holzarten mit gegenüberstehenden Knospen z. B. Esche stellen sich die gegenständigen Knospen auf eine Seite der Fläche neben einander (Fig. S. 272). Auch das auf dem Querschnitte der Verbänderung gestreckte Mark deutet die Verschmelzung zahlreicher Schosse an. Die Verbänderung kann als individuelle Eigenthümlichkeit einer Holzpflanze erscheinen. Eine solche von *Alnus incana var. tortuosa fasciata* führt O. Schiewek [1] an. Sie beginnt an Hölzern in der Regel erst einige Fuss hoch über dem Boden. Man findet sie am häufigsten an jüngern Bäumen oder Ausschlägen. Aber auch siebenzigjährige Stämme z. B. von Fichte zeigen manchmal unerwartet an einem ver-

[1] Ueber Pflanzenverbänderung, Breslau 1867. S. 23.

einzelten Seitenzweige Verbänderung. Diese dauert dann entweder eine Anzahl z. B. drei Jahre mit gleicher Lebhaftigkeit fort, so dass man wie sonst drei Jahresschosse, so drei deutliche Stockwerke unterscheiden kann. Nachher kehrt die



Vegetation öfters zur Entwicklung so ziemlich gewöhnlicher Triebe zurück, so dass diese z. B. bei der Fichte ein paar krüppelhafte Zapfen tragen können. Oder wächst das Band an seiner Spitze oder dem Rand in einen gewöhnlichen Längetrieb aus, dieser wiederholt aber die Verbänderung nach einem Jahr an seiner Spitze, welche ihrerseits wieder einen natürlichen Schoss entwickeln kann. In diesem Falle wiederholt sich also das Spiel mehrmals.

An Holzarten, bei welchen Verbänderung eine nicht seltene Erscheinung ist, nennt Schiewek die nachfolgenden. Wir heben durch gesperrte Schrift diejenigen darunter hervor, bei welchen wir die Erscheinung ebenfalls und zwar meist wiederholt gesehen haben. *Abies excelsa* häufig. Dagegen sahen wir sie bei Tanne so wenig als Fachgenossen,

die ihr Leben lang die Tanne bewirthschafteten. *Ailanthus glandulosa*. *Alnus glutinosa, incana*. *Amorpha fruticosa*. *Bignonia radicans, Cornus sanguinea, Cytisus laburnum, nigricans*. *Daphne cneorum, mezereum*. *Dodonaea viscosa*. *Fraxinus excelsior*. *Genista hispanica*. *Jasminum fruticans*. *Juniperus communis*. *Larix europaea*. *Melia azedarach*. *Myrtus communis*. *Olea sp*. *Pinus sylvestris*. *Populus balsamifera*. *Punica granatum*. *Pyrus malus*. *Quercus*. *Robinia pseudoacacia*. *Salix caprea, cinerea, vitellina*. *Sambucus nigra*. *Spartium junceum, scoparium*. *Spiraea sp*. *Sterculia platanifolia*. *Taxus baccata*. *Thuja orientalis*. *Vitis vinifera*.

Die physiologische Ursache des *Caulis fasciatus* anzugeben ist unmöglich. So viel steht aber fest dass er vor allem auf üppigem Boden auftritt. Dutzendweise konnte man ihn an den mehrjährigen Ausschlägen eines hiesigen, auf bestem Boden stehenden Mittelwaldschlages (Dürlewang) sammeln.

Drehwuchs ist die Eigenschaft der Holzbündel des Stammes und der Aeste, wie weit auch der Wurzeln scheint noch nicht untersucht zu sein, der Achse der Baumestheile nicht parallel, sondern in einer flachern oder steilern Schraubenlinie um dieselbe herumzuwachsen.

An Holzarten deren Rinde nach der Länge des Stamms aufreisst, z. B. an Sperberbaum, Syringe, erkennt man den innerlichen Drehwuchs des Baumes selbst bei flüchtigem Blicke von aussen. Bei andern Holzarten mit schuppiger oder geschlossener Rinde nimmt man ihn nur am Verlaufe natürlicher Klüfte z. B. Frostrisse wahr, oder wenn die Rinde entfernt oder das Holz aufgespalten worden.

Der Drehwuchs erstreckt sich gewöhnlich vom Stamm aus bis nach den dünnen Zweigen und ist es desshalb auffallend dass er darum die Richtung der Blätter in keiner Weise beeinflusst [1].

Die Richtung der schraubenförmig verlaufenden Holzbündel bleibt nicht immer dieselbe. A. Braun sah wiederholt Leg-

[1] Botanische Zeitung, 27. Jahrg. 1869. S. 747 und 28. Jahrg. 1870. S. 159, wo sich interessante Notizen von A. Braun finden, die wir theilweise hier benützten.

und andere Föhren und Fichten, die in der Jugend schwach rechts, im Alter stärker links gedreht waren, Hasel jung links, alt rechts.

Wir hatten bisher geglaubt das Vorwiegen der Rechtsdrehung bemerkt zu haben. Nach A. Braun sind die meisten Bäume links gedreht. Er nennt *Acer platanoides* und *pseudoplatanus,* wenn überhaupt, links gedreht, *Betula davurica* links, *Cupressus disticha* links, ältere *Cryptomeria japonica* links, *Liriodendron tulipifera* links, *Mespilus germanica* links, *Nyssa aquatica* stark links, *Populus canadensis* und *italica* rechts, *Salix grandifolia* und *riparia* links, *Sambucus nigra* links, *Sorbus aria* und *latifolia* rechts, *aucuparia* häufig links, *Syringa vulgaris* stark links.

Drehwuchs kommt also wohl bei allen Holzarten vor. Auch unter allen Umständen findet man ihn. Ob er in gewissen Oertlichkeiten, wo sein Häufigsein forstlich nachtheilig wird, eine Folge des Standorts oder zufälliger Abstammung von weniger drehwüchsigen Bäumen sei, müssen wir dahin gestellt sein lassen.

Eine genügende Erklärung der Erscheinung ist nicht bekannt. A. Braun sucht dieselbe in einem „fortwährenden Ausweichen einer Mehrzahl von Zellen an der Spitze“.

Wimmeriger oder Maserwuchs ist eine Holzbildung mit unregelmässig verlaufender Holzfaser.

Diese kann eine Schlangenlinie einhalten deren Breitfläche durch die Achse des Baumes geht, oder in einer Fläche verlaufen, welche den Umfang des Stammes etwa in der Art berührt, wie ein der Länge des Stammes nach aufgenageltes Brett.

Ersterer Verlauf, wie er häufig ist am Wurzelanlauf älterer Stämme, begreift man als Folge der Holzentwicklung. Wenn alle Markstrahlen im Fusse und in den Wurzeln des Baumes sich nach aussen zu verlängern und wie sonst zu erweitern streben, so muss es hier am nöthigen Längeraume fehlen. Es wird aber Raum gewonnen werden, wenn die Holzfasern wellenförmig ausweichen.

Der andere Verlauf ist im Kleinen an einer Menge Holzarten, namentlich solcher mit stärker entwickelten Markstrahlen sichtbar, welchen die Holzfasern ausweichen. Aber bei namhafter Entwicklung des Zickzackverlaufes nehmen auch die Markstrahlen wie die ganze Holzmasse an der Bewegung Antheil.

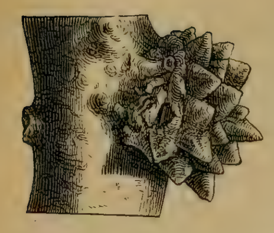
Ein verworren wimmeriger Wuchs zeigt sich in Ueberwallungswülsten von Aesten der Bäume des Hochwaldes, an Kopf- und Schneidelbäumen und in Folge von Verletzungen oder ohne sichtbare äussere Veranlassung an verschiedenen Theilen des Baumes, insbesondere des Fusses. Häufig steht damit in Verbindung eine wuchernde Entwicklung von schlafenden Knospen.

Veranlassung zu Maserwuchs werden ausser Verstümmlungen wie Entästung, Köpfen u. drgl., Beschädigungen verschiedener Art. Am Fusse von *Thuja articulata*, welche sorglose Araber einerseits durch Feuer beschädigt haben, pflegt sich auf der entgegengesetzten Seite Maserbildung einzustellen [1].

Dass die Verschlingung der Fasern in maserigem Holze zusammenhängt mit Pressung im engen Raume macht die Anschauung wahrscheinlich. Auch sprechen hiefür den natürlichen theilweis ähnlich wimmerig gewordene Holzstäbchen, welche man in der Richtung ihrer Längsfasern einem beträchtlichen Druck unterworfen hat. Allein warum der Zickzack und verworrene Verlauf der Fasern in einzelnen Bäumen und Baumestheilen sich in so hohem Mass entwickelt, ist noch räthselhaft. Ehe man darin klar sieht wird der Antheil ausgeschieden werden müssen, welchen an der Erscheinung Spannung des jugendlichen Holzgewebes und Spannung der Rinde haben. Auch das natürliche Schwinden des Stammesinnern bei Lebzeiten des Baums kann im Spiele sein und vielleicht stehen auch einzelne Erscheinungen des wimmerigen Wuchses mit dem Drehwuchs in Zusammenhang.

In diese Nähe müssen wir auch die an Laubhölzern

[1] Botanische Zeitung, Jahrg. 1859. S. 433. a.



häufigen „Kröpfe“ stellen, deren Inneres wimmerigen Verlauf der Holzringe und starke Markstrahlenentwicklung, deren Rinde aber wie gewöhnlich beschaffen sein oder in Folge von schichtweiser Borkebildung im Bereiche der Bastschicht und Einreissen das Ansehen der nebenstehenden Figur eines Buchenauswuchses annehmen kann.

Zickzackwuchs von Stamm und Krone erscheint bei einigen Holzarten z. B. *Celtis* und Robinie als Art- oder Abarteigenthümlichkeit. Er kommt jedoch auch als durch Umstände oder individuelle Anlage herbeigeführte Abnormität vor.



Ein in der Literatur[1] bekanntes Beispiel ersterer Art sind die Zickzack- oder sogenannten Süntelbuchen (vom Jurazug Süntel) in Hannover, von denen wir durch Gefälligkeit des Herrn Forstdirektors Burckhardt erfahren dass sie nicht nur, was begreiflich, verpflanzt ihrem Karakter treu bleiben, sondern auch bei Aussaat von Eckern unter veränderten Verhältnissen mit mehr als der Hälfte der Keimlinge den Krummwuchs beibehalten.

Zickzackwuchs von Stamm und Aesten und Penduliren der jüngsten Zweige oder besser gesagt Anpressung derselben an den Boden zeigt die in mehreren Oertlichkeiten Lothringens, auf Keuper, Koralrag, unterem Oolith und Grobkalk wachsende, besonders aber in der Umgebung von Verzy eine grosse Fläche bedeckende Strauchbuche[2], welche Mathieu bezeichnend *Fagus sylvatica retroflexa* nennt. Sie hat nach letzterem Gewährsmann in ihrem Wuchs Aehnlichkeit nicht etwa mit

[1] Kritische Blätter, 19. Bd. II. Heft. S. 26. Mit Abbildung.

[2] Les hêtres tortillards des environs de Nancy, par Godron (Mémoires de l'Académie de Stanislas, pour 1869). Nancy, Sordoillet et fils, 1870.

der Legföhre, sondern mit einer Hängesche, deren kurzer Stamm und Aeste in Zickzack- und andern Krümmungen verläuft, letztere da und dort mit einander verwachsend (sich kopulirend). Ihre ungemein zahlreichen und gedrängten äussersten Verzweigungen aber hängen oder streben abwärts, so dass daraus der eine grosse Fläche bedeckende, öfters fünf bis sechs Jahrhunderte alte Busch einem auf den Rasen hingeworfenen dichten Haufen grünen Laubs gleich sieht, die den Boden erreichenden umfänglichen Zweigchen auf ihm fortkriechen, ohne jedoch Wurzeln zu schlagen, und man erst im höhern Alter des Gewächses, wenn die untern Aeste verloren gegangen sind, an den Stamm gelangen und den Bau des nunmehrigen dichten Laubgewölbes genauer zu erkennen vermag. Fruchttragen der Abart meist selten und in späten Jahren, bei Verzy alljährlich. Von Mathieu ausgesäete Bucheln letztern Ursprungs lieferten zu $^3/_5$ wieder Krüppelbuchen.

Kollerwuchs, d. h. Strauchwuchs ohne Zickzackverlauf der Holzfaser, oder mangelnder Höhewuchs, ist sehr häufig eine Folge kalten undurchlassenden Bodens. Die darauf stehenden Bäume, zumal Buchen, reifen spät und die träge nachwachsenden Gipfelschosse gegen den Herbst nicht vollständig aus, büssen dieselben im darauffolgenden Winter ein und so entsteht allmählich ihre eigenthümliche Schirmform. Es gibt jedoch auch grosse Strecken, ja ganze Reviertheile, wo Kollerwuchs allgemein herrscht, ohne dass man sich davon durch Flachgründigkeit, Undurchlässigkeit des Bodens oder sonstige Verhältnisse Rechenschaft zu geben vermöchte. Dass Laubrechen, auch manchmal Unterlassung von Reinigungshieben, Kollerwuchs begünstigt ist begreiflich.

Knospendrang, Hexenbesen. Sowohl Laubhölzer als Nadelhölzer zeigen an einzelnen Individuen allgemein oder nur in diesem oder jenem Ast einen Drang sich mittelst einer reichlichen Knospen- und Kurzschossentwicklung ausserordentlich zu verzweigen und buschig zu werden. Solche Zweigbüsche nennt man im gewöhnlichen Leben Hexenbesen, wie die S. 302 aufgeführten. Sie können sich an der Spitze

einstellen, wie öfters an der Föhre, oder an einem herabhängenden Seitenast, der vielleicht ursprünglich ebenfalls Gipfelast war (Birke, Traubenkirsche, Buche [1]). Wo die Erscheinung wie durch Zufall an irgend einer Stelle der Krone entsteht, ist über ihre Ursache keine Vermuthung möglich.

Dagegen entsteht der Hexenbesen auch in Folge von Verstümmlung des Gipfels, durch Kerfe oder die Scheere. An der Föhre z. B., durch Beschneiden der Gipfel oder Ausbrechen der Knospen, worauf aus den obern Nadelscheiden eine Menge Kurztriebe entstehen, die durch entsprechende Behandlung zum dichtesten Busch erzogen werden können. Aus diesem erhebt sich, wenn er an der Spitze steht und sich selbst überlassen bleibt, in der Regel allmählich ein die übrigen bemeisternder den Gipfel wiederherstellender Schoss. Martins und Bravais [2] schildern den Hexenbesen als auffallend häufig gegen die Nordgrenze des Vorkommens der Föhre. Es wäre nicht ohne Interesse zu wissen welcher klimatische Faktor hier mitwirkt.

Dass Hexenbesen auch durch einen Pilz verursacht werden kann, ist später a. a. O. zu ersehen.

Abnormen Blüte-(Zapfen-)drang nennen wir die Eigenschaft mancher Holzarten, insbesondere einiger Föhren, eine grosse Menge Zapfen anzusetzen. Ausser der Seeföhre zeigt solches nicht selten unsere gemeine Art und diese in einem ganz überraschenden Mass.

Es hängen alsdann an ihren Schossen in Folge der Metamorphose ihrer Kurztriebe eine Menge sich mehr oder weniger entwickelnde Zapfen, welche dieselbe spiralige Stellung zu einander haben wie die ursprünglichen Kurztriebe. Möglich dass dürrer Boden, und die Geneigtheit zu blühen überhaupt, auch diese Sonderbarkeit begünstigen. Eine von uns im Jahr 1848 an einem sommerlichen Steilhange der Donau gefundene zapfenreiche mannshohe Föhre und die unten genannten Jäger'schen eben-

[1] Bei dieser von uns nur einmal, aber ganz ausgeprägt gefunden. H. Hoffmann (Forst- und Jagdzeitung, 1871. S. 236) sagt von Buchenhexenbesen dass man daran keinerlei Pilzvegetation bemerke.

[2] Mémoire sur la croissance du pin dans le nord, p. 32.

falls auf Jura erwachsenen Exemplare sprechen dafür. Auffallenderweise wechselt die Art wie sich die Zapfen ansetzen. v. Berg (Tharander Jahrbuch, 9. Bd. 1853. S. 74) berichtet von einem 30- bis 35jährigen Baume der in den Jahren 1842, 1846 und 1848 Zapfentrauben trug, welche an der Spitze der Schosse standen. Auch von G. Jäger (Med. Dr. G. F. Jäger, Festa natalitia regis Guilielmi etc. Stuttg., Fratres Mäntler, 1828) beobachtete Zapfentrauben standen gegen die Spitze der Schosse und die sich darüber entwickelnden Sprosse scheinen in Folge des grossen Kraftverbrauches für die Zapfen sich schwach entwickelt zu haben. Dagegen zeigte ein aus Oberschwaben stammendes Föhrenstämmchen der hiesigen Sammlung den Zapfendrang an allen obern und auch an Seitenästen in zwei Stockwerken über einander und zwar in den untern Theilen der gegen ihre Spitze von Kurztrieben überragten gewöhnlich langen Schosse.

Die Blütezäpfchen der Jäger'schen Exemplare hatten sich im Jahr 1816 angesetzt und waren 1817 ausgewachsen, hatten also ihre Vorbereitung in der Knospe im Jahr 1815 erhalten, welches mit Ausnahme des Juni ein sehr trockenes war.

Endlich können auswuchsartige Missbildungen an der Rinde, an Sprossen, in Knospen, an Blättern und Blüten. durch Kerfe veranlasst werden. Hieher Galläpfel, Schlafäpfel. Verkrümmungen durch Blattläuse u. s. w.

XVII. Krankheiten und Ableben.

Baumkrankheiten nennen wir abnorme Erscheinungen an Bäumen, welche einen nachtheiligen Einfluss auf Leben und Gedeihen derselben haben können.

Die Ursachen derselben sind entweder äussere, wie Kälte, Hitze, unzureichende Bodennahrung u. drgl. oder im Wesen der Art oder des Individuums begründet, ohne dass wir im Stande wären, uns über die nähern bestimmenden Veranlassungen Rechenschaft zu geben.

Der erstern, die wir auch Beschädigungen nennen, sind zweierlei. Entweder nämlich der Art dass der Baum die ihm daraus erwachsene mechanische Desorganisation z. B. Frostriss, Ringschäle in alle Zeit behält und deren Folgen nur durch chemische oder physische Kräfte erhöht werden. Oder so dass dadurch unter Mitwirkung oder Mitleidenschaft der vegetativen Thätigkeit der Holzpflanze verstärkte oder eigenthümliche Erscheinungen, häufig eigentliche Krankheiten zu Tage treten.

Erstere, die Beschädigungen, betrachten wir als Gegenstand der Lehre des Forstschutzes. Nur letztere, die Krankheiten, sollen hier besprochen werden.

Es ist richtig dass die Gewächse, je höher organisirt, um so mehr Krankheiten unterworfen sind. Beanstandbar scheint uns aber die Hundeshagen'sche Angabe dass sich bei den Kulturpflanzen mehr Krankheiten finden als bei den wilden. Sie mag theilweise richtig sein bei aus der Ferne eingeführten landwirthschaftlichen Kulturgewächsen. Für unsere deutschen Forstbäume kann sie jedoch kaum gelten. Denn eben wo

eine Holzart sich nicht auf günstigem Standorte befindet und darunter leidet, suchen wir eine geeignetere anzuziehen. Eine Anzahl Krankheiten, zumal solcher die mit Pilzbildungen zusammenhängen, wird sich mindern wenn wir in der Erkennung der äussern Verhältnisse welche den Holzarten zusagen oder zuwider sind, werden weiter vorgeschritten sein.

Wir können die Baumkrankheiten nach Hundeshagen [1] in allgemeine und in partielle oder solche der einzelnen Theile trennen, welchen wir noch eine dritte Kategorie vorausschicken wollen, nämlich diejenige der

Krankheiten von Keimlingen.

Das Umfallen der eben gekeimten Pflänzchen findet hauptsächlich bei Nadelhölzern statt, die mit grosser Sorgfalt in Töpfen und Holzkistchen erzogen werden. Die Samen keimen dabei vollständig und anscheinend gesund, die Keimlinge verlieren aber zur Zeit wo die Stengelchen verholzen sollen, an der Stelle wo diese aus dem Boden kommen, ihre Steifigkeit, fallen zu Tausenden um und gehen ein. Es scheint dass die Krankheit auf feuchtem Lehmboden leichter eintritt als auf trockenem Sand und dass sie von der Wurzel ausgeht, obgleich der unterste Stengeltheil, weil das Pflänzchen sich an diesem knickt, besonders ins Auge fällt.

Das Schwarzwerden von Buchenkeimlingen in gewissen Jahren ist mit nasser Witterung in Zusammenhang zu bringen. (S. Forstschutz.)

Als

allgemeine Baumkrankheiten

zählt man einige als solche kaum haltbare Baumzustände auf, nämlich „Saftfülle“, welche von grosser Ueppigkeit des Bodens kommen, schlanken aufrechten Wuchs von Stamm und Wasserreisern und geringe schwammige Beschaffenheit des Holzes zur Folge haben soll. Nun hängt aber Saftfülle mit Wasserreisern nur unter Umständen zusammen. Bei ring-

[1] Encyklopädie der Forstwissenschaft, 4. Aufl. 1842. S. 77.

porigen Hölzern wie Eiche und Esche hat im Gegentheile Saftarmuth schwammiges porenreiches undauerhaftes Holz zur Folge. Konsequent müsste man daher der Saftfülle als Krankheit auch eine Saftarmuth gegenüberstellen.

„Saftsticken" oder starke Ergiessung von Saft an geköpften oder auf die Wurzel gesetzten Bäumen, Verblutung und nachheriges Trockenwerden und Abspringen der Rinde, in dessen Folge unmittelbares Absterben jener Aeste. Auch hier dieselbe Unklarheit. Das Bluten der Stöcke im Frühjahr, sollte man meinen, gäbe ein natürliches Mittel gegen Ersticken im Saft. Etwaiges Absterben der Rinde an geköpften Bäumen oder Aesten lässt sich viel eher aus unvollendetem Ausreifen und Zugrundegehen im Winter erklären.

Endlich „Blütedrang" oder lange Zeit vor der natürlichen Mannbarkeit eintretende Fruchtbarkeit, oft mit unvollkommenen Samen, und im Vereine mit Abnahme des Holzwachsthums. Wohl als Krankheit nur zu betrachten wenn begleitet von sonstiger Krankheit des Individuums und Taubsein der von ihm erzeugten Samen. In diesem Fall aber Zusammenfallen mit dem Taubblühen. Blütedrang in Verbindung mit nachhaltigem langsamen Wuchse dagegen ist Folge magern trockenen Bodens und an sich noch keine Krankheit, höchstens wie der Strauch- und Kollerwuchs eine Abnormität.

Krankheiten einzelner Baumestheile.

Wurzelüberzug. In sumpfigem oder sehr nassem Erdreich überziehen sich die Wurzeln nicht selten mit einer Kruste. Diese kann, je nach dem Gehalte der Bodenflüssigkeit, in Eisenocker bestehen und heisst alsdann Wurzelrost. Ist das Eisen in Form eines schwefelsauren Salzes in der Bodenlösung vorhanden, so schlägt es sich unter Umständen als kristallinischer Schwefelkies auf Wurzeln nieder, was aber mehr Folge denn Ursache von faulenden Wurzeln sein dürfte. Kalkhaltige Wasser verursachen manchmal Kalkversinterung. Als Folge der Wurzelverkrustung wird Kümmern, Bleichsucht und zuweilen Absterben der Pflanzen angegeben.

Wurzelfäulniss[1] kann man das Abgestorbensein von Wurzeln in Folge von vorübergehender oder dauernder allzu grosser Nässe oder Trockenheit, von Frost, Quetschung, Zerrung und andern mechanischen Verletzungen oder von Pilzen heissen. Ihre Folgen bemessen sich nach der Ausdehnung des Uebels. Kleinere faule Seitenwurzeln stossen sich ab. Grössere der Zersetzung verfallene können Stammsprossen, Vergilben der Belaubung und, wenn sich die Pflanze nicht durch Verstärkung der gesunden Wurzeln erhält, das Eingehen der erstern zur Folge haben.

Hieher das merkwürdige fast plötzliche Getödtetwerden von jungen Nadelholzpflanzen durch den Hallimasch, *Agaricus melleus L.* dessen Lebensweise wir nach R. Hartig[2] im Nachfolgenden beschreiben.

Das Myzel dieses Pilzes lebt sowohl an todtem oder halbtodtem als an lebendem Holze verschiedener Art. So an Stöcken von Buche, Haine, Eiche, Birke, Vogelbeer. Ferner an und in Grubenpfosten, Deucheln etc. Er ist dahin häufig mit dem Holze vom Wald aus gekommen und hat unter den für Pilzentwicklung günstigen Verhältnissen wieder aufgelebt. Im Wald ist er eigentlicher Schmarotzer. Man sieht ihn unter den verschiedensten klimatischen und Standortsverhältnissen auftreten und sich durch sehr rasches Absterben von Fichten, Tannen, Lärchen, insbesondere auch Föhrenarten bemerklich machen. Die von der Wurzel ausgehende grosse Sterblichkeit der Seeföhre in den Landes von Bordeaux ist ohne Zweifel ebenfalls nichts anderes. Die meisten Föhren werden in jugendlichem Alter befallen, also etwa zwischen 5 und 20, die gemeine Föhre freilich selbst bei 100 und mehr, Weymouthsföhren und Fichten aber bis zum 40. Jahre. Auch Kirsch- und Pflaumenbäume werden ihm zur Beute. Sein Treiben ist unterirdisch. Vom Herde seiner Entwicklung zieht

[1] Das hiefür gebräuchliche Wort Wurzelbrand scheint uns höchstens für den Fall einen Sinn zu haben, dass die Fäulniss von Wurzeln ansteckend für die andern sei, wie namentlich bei der Stockfäule zutreffen kann.

[2] Krankheiten der Waldbäume, S. 12 u. fg.

er sich nämlich auf weite Entfernungen im Boden fort in Form rechtwinklich verästelter berindeter dunkelbrauner Stränge. Diese, wegen ihrer Aehnlichkeit mit Wurzeln früher *Rhizomorpha subterranea* genannt, bohren sich in Wurzeln ein und breiten sich in deren Bast und zwischen Rinde und Holz aus. Der Pilz der hier ein bandartiges sich fächerförmig erbreiternedes, weiches weisses Aussehen annimmt, erhielt desshalb den Namen *Rhiz. subcorticalis.* Beide Formen, von Roth als *Rhizomorpha fragilis* zusammengefasst, sind nun nichts anderes als das Myzel des obengenannten Hutschwammes. Es schreitet im Baste weiter. Nebenan erweitern sich die Harzgänge der Grünschicht auf drei- bis vierfachen Durchmesser und verschmelzen öfters unter einander, oberflächliche Pusteln hervorrufend. Andererseits treibt das Myzel Fäden durch die Markstrahlen nach den Harzgängen die in dessen Folge sich bräunen. Die Pflanze legt öfters trotz ausgetriebener schlaff herabhängender neuer Schosse im äussersten Gipfel gar keinen Holzring an. Etwas tiefer kann dieser etliche Millimeter Breite erreichen, gegen den Fuss herab ist er ganz schmal oder fehlt ganz. Der schmale Ring ist sehr reich an Harzporen welche, im Kreise stehend, öfters zusammenfliessen.

Dagegen ist der dem schmalen vorausgehende Ring am untern Schafte häufig besonders breit, so dass Th. Hartig (Verhandlungen des Harzer Forstvereins, 1864. S. 60 und Kritische Blätter, 51. Bd. I. Heft. S. 27) dabei dem Gedanken Raum gab die Krankheit könnte ursprünglich von ungewöhnlich üppigem Wachsthum herrühren. Es erklärt sich aber die Breitezunahme des Holzrings in anderer Weise, dadurch nämlich dass die Erkrankung eines Theils der Wurzeln den absteigenden Bildungssaft auf eine kleinere Oberfläche beschränkt. Auch die Exzentrizitäten des abnorm breiten Ringes sprechen dafür dass bereits vor seiner Entwicklung der Pilz in Stock oder Wurzel gehaust hat.

Der ganze Holzkörper des Stocks füllt sich öfters wie sonst Wunden u. drgl. strotzend mit Harz. Dieses fliesst auch hier und an den Wurzeln aus und verkittet die umgebende Erde.

Die Krankheit erstreckt sich im Baumeskörper, den gebräunten Harzporen nach zu schliessen, nicht bloss bei alten

gemeinen Föhren, sondern auch bei jungen Weymouthsföhren auf einige Meter Höhe.

Die Raschheit womit die Pflanze unterliegt, hängt von der Wurzelstelle ab wo der Pilz einwanderte, und der Zeit welche er braucht um von der abgestorbenen Wurzel aus den Stock zu umklammern. Das Vorhandensein von nur einem schmalen Ring an der kranken Pflanze lässt auch im günstigsten Falle langsamer Verbreitung des Uebels einen raschen Verlauf annehmen. Selbstredend ist eine Pflanze deren Wurzeln sämmtlich vom Pilze desorganisirt sind, damit alsbald verloren. Nach ihrem Tode kann sie mit gelbgrüner Benadelung, je nach Standort und Jahreszeit in welche ihr Ableben fällt, noch länger oder kürzer dastehen.

An den im Laufe des Jahres dem Pilz erlegenen Holzpflanzen entwickelt sich der Hutpilz erst im Oktober. Er sitzt büschelweise an alten Föhren zwischen Rinde und Holz, an jungen am Umfange des Stockes oder aus Bodensträngen hervorsprossend frei auf der Erde.

Von vier achtjährigen Föhrenpflanzen die an einem ganz gesunden Wurzeltheile von R. Hartig im Juli 1872 mit pilzkranker Rinde waren umgeben worden, wurden zwei angesteckt und starben im Mai 1873. Daraus schliesst der genannte Autor auf die ansteckende Ausbreitung des Pilzes und erklärt die Thatsache dass bei dichtem Stande von Pflanzen eine solche angesteckt unfehlbar in immer weiterem Umkreise die Nachbarpflanzen anstecke, so dass man selbst bei Pflaumenbäumen unter denen sich die Krankheit eingestellt, auf Grund der allmählichen Ausbreitung mit Sicherheit die nächsten Bäume als Opfer bezeichnen könne. Nur bei weiterem Pflanzenverband überspringe die Krankheit häufig in der Linie liegende Individuen.

R. Hartig empfiehlt das Ausreissen der pilzbewohnten Pflanzen und Stöcke. Es lässt sich aber auch hier wie bei den sonstigen Pilzkrankheiten (siehe Rothfäule) die Frage aufwerfen, ob denn beim Ausreissen nicht viele kranke Wurzeltheile im Boden bleiben, warum ferner, im Falle so sicherer

Ansteckung, die obigen Versuchspflanzen nicht sämmtlich von der Krankheit ergriffen wurden, und warum bei der grossen Verbreitung des Pilzes sein gefährliches Auftreten denn doch nur ein beschränktes sei, endlich ob denn nicht anzunehmen dass auch bei der vorliegenden Ansteckung äussere Momente im Spiele seien welche derselben eben gewisse Grenzen stecken.

Trametes radiciperda R. Hart. ist ein an Wurzeln von jüngern Föhren, Wachholder und Weissdornarten vorkommender Schwamm der ohne Begleitung des Myzels von *Rhizomorpha fragilis* auftritt und mit seinem Myzel Holz und Bast von Stock und Wurzeln durchzieht und in Form von vereinigten Kügelchen aus den Rinderissen des Stockes kommt und einen von einer Hymenialfläche bedeckten Löcherpilz entwickelt. R. Hartig S. 62 hält ihn für die Ursache des plötzlichen Absterbens einer Menge Holzpflanzen.

Woronin (Botanische Zeitung, 24. Jahrg. 1866. S. 329) fand Myzeliumfäden an der Erlenwurzel in knollenartigen aus lauter kleinen rundlichen Körperchen zusammengesetzten Auswüchsen, ohne Zweifel denselben die wir oben S. 270 beschrieben.

An Schaft und Aesten:

Stock-, Stamm- und Astfäule lassen sich nicht streng von einander trennen. Bei allen dreien, insbesondere den beiden ersten geht die Fäulniss unter dem Namen „Kernfäule“ gewöhnlich vom Innern aus. Dort sitzt das älteste Holz, welches als solches zur Fäulniss am meisten geneigt ist, zumal wenn es sich nicht durch besondere Eigenschaften (Dichtheit etc.) von der übrigen Masse des Stammes unterscheidet. Zum andern wird das Herz des Stocks leicht von einer faulenden grossen Wurzel, insbesondere der faulenden Pfahlwurzel angesteckt. In diesem Falle beginnt die Fäulniss. der Einmündungsstelle der ansteckenden Wurzel entsprechend, nicht immer in der Mitte des Stocks.

Hieher die sogenannte Rothfäule „jüngerer Individuen“ verschiedener Holzarten, nach Willkomm von Eiche, Buche, Edelkastanie, Wallnussbaum, Haine, Rüster, Maulbeer, Birke, Aspe, beiden Erlen, Baumweiden, Esche, Flieder, den *Pyrus-* und *Prunus*-Arten, Kreuzdorn, Robinie, Linde, Fichte, Tanne, Föhre und Lärche und am Ende wahrscheinlich allen Holzarten.

Die Rothfäule alter Bäume lässt der Genannte als naturgemässen Verfall des Organismus vorläufig noch ausserhalb des Bereichs der Krankheit bestehen. Nun ist aber, abgesehen von der trivialen Bemerkung der Aerzte dass das Alter an und für sich schon als Krankheit zu betrachten sei, eine Altersgrenze kaum zu ziehen von der ab die Rothfäule aufhörte Krankheit zu sein. Kern- und Reifholzbildung, bei manchen Holzarten schon im jugendlichen Alter beginnend, sind bereits Vorläufer der Rothfäule. Um in der Tendenz seiner Schrift, der Zurückführung der Fäulnisserscheinungen auf Pilze, konsequent zu sein, hätte Willkomm die vorstehende Unterscheidung normaler und krankhafter Rothfäule um so weniger machen sollen, als ja seine Pilzporen wenn sie, wie er annimmt, von aussen bis zum Innern junger Bäume eindringen, auch das Innere starker Bäume müssen erreichen können.

Die Rothfäule beginnt nach Willkomm [1], jedenfalls bei einem Theile der Holzarten, immer mit dem Ergriffenwerden der Markstrahlen durch zerstörende Pilze. Zu bemerken ist aber dass beim Eichenholze häufig das der Fäulniss am längsten widerstehende Organ eben die Markstrahlen sind. Solches sehen wir an eingerammten Pfosten und H. Cotta [2] bildet sogar faules Eichenholz mit wohlerhaltenen Spiegeln ab. Möglich dass bei diesem scheinbaren Widerspruche, sobald es sich um Eingreifen von Pilzen handelt, der Reichthum von Stärkmehl in den Markstrahlen des Splints, sein Mangel in denjenigen des Kernholzes von Einfluss ist. Gewöhnlich ihren Sitz im Stocke behaltend, erstreckt sich die Rothfäule auch wohl eine oder einige Scheiterlängen am Schafte hinauf.

Besonders die Rothfäule der „Fichte“ ist seit geraumer Zeit Gegenstand lebhafter Aufmerksamkeit der Forstleute gewesen. Alles in Nässe oder feuchter Umgebung faulende Fichtenholz nimmt die bezeichnende gelbrothe Farbe an, diese steht also nicht in einem besondern ursächlichen Zusammenhange mit dem Innerlichfaulwerden des stehenden Holzes.

Ueber die eigentliche Ursache der Fichtenrothfäule ist man noch grossentheils im Ungewissen. Willkomm [3] betrachtet

[1] Mikroskopische Feinde, I. S. 94.

[2] Naturbeobachtungen, S. 29. Fig. 13.

[3] Die mikroskopischen Feinde des Waldes, I. Heft. S. 92 und Vortrag in der Sitzung der sächs. ökon. Gesellsch. am 15. März 1867. (Botan. Ztg. 1869. S. 383.)

als solche von aussen in das Holz eindringende Pilze. Erst wenn einmal in irgend einem Theile des Baumkörpers die Holzzersetzung durch den Pilz eingeleitet ist, kann sie, nach Willkomm, auch ohne Vermittlung des Pilzes weitergreifen. zumal wenn funktionloses schwammiges Gewebe vorhanden.

Nach unserem Gewährsmanne führen Wind und Kerfe die leichten Pilzkörperchen in die Luft. Der Regen schlägt sie daraus wieder nieder. Die dabei auf Bäume gelangten dringen ins Innere derselben durch Spaltöffnungen oder die Rinde durchbohrend. Indessen lässt sich nach ihm die Rothfäule des Stockes auch auf dem Umweg über Wurzeln erklären in welche Sporen eingedrungen sind, denn die Krankheit beginnt nach ihm (a. a. O. I. Heft S. 64) stets in der Wurzel.

Willkomm unterschied zuerst mehrere Pilzarten im rothfaulen Fichtenholze, nämlich den gelben oder braunen *Xenodochus ligniperda*, den prächtig blauen Schnabelpilz mit trauben- oder büschelförmigem Fruchtstande, *Rhinomyces violaceus*, und endlich einen weissen Schimmel den man gewöhnlich im rothfaulen Holze fleckenähnlich vertheilt findet. Später überzeugte er sich davon dass die erstgenannte gewöhnlichste Form, zugleich diejenige welche er im braunen Zersetzungskern von Eiche, *Rhamnus catharticus* und Baumheide und in ihren Anfängen in der Tanne beobachtete, identisch ist mit den beiden andern. Der Rothfäuleschimmel nämlich, eine Entwicklungsform der Schwärmporen von *Xenodochus ligniperda*, wird durch Aneinanderreihung zur Hartig'schen weissen Nachtfaser, *Nyctomyces candidus*, derselben welche Radial- und Ringklüfte im Eichen- und Buchenholz ausfüllt. Der blaue Schnabelpilz aber, aus der weissen Nachtfaser entstehend, liefert die Sporen zur Entstehung des braunen *Xenodochus*. Sind nun aber genannte drei Pilzformen identisch, so begreifen wir nicht dass Willkomm, ohne diese Identität zu widerrufen, auf S. 220 die nachträgliche Mittheilung macht wonach Hallier zufolge *Xenodochus ligniperda* zu den Brandpilzen *(Ustilago)*, sein blauer Schnabelpilz aber in die Nähe der Schimmelgattung *Gonatobotrys* gehöre. Dem sei jedoch wie ihm wolle, die Myzelfäden des Rothfäulepilzes laufen nach ihm an den Wandungen der Holz-, vor allem der Markstrahlzellen hin, zehren sowohl den Interzellularleim als, nachdem sie durch den Tüpfel ins Innere eingedrungen, den Holzstoff der Innenseite der Zellen auf. Sie verstopfen also auch und umstricken nebenbei den Tüpfel. Durch die verwüstende Thätigkeit der Pilzfäden wird die Holzmasse dermassen zerstört dass am Ende nur noch die zerrissene und veränderte Zellulose zurückbleibt. Die Fruktifikation des Pilzes scheint nach Willkomm nicht regelmässig stattzufinden, sondern an Umstände gebunden zu sein. Doch wimmeln nach ihm die schwärzlichen Partieen nassfaulen zerfaserten Holzgewebes von den schwarzbraunen Sporangien des Pilzes.

Im zerstörten lockern Gewebe finde man sogar oft überhaupt keine Spur mehr vom Pilze. Das Ende der Zerstörung ist eine unförmliche schmierige dunkelbraune Masse, nach deren gänzlicher Entmischung der Raum hohl wird.

Vermisst haben wir an vorstehender Schilderung des Rothfäulepilzes eine nähere Auseinandersetzung des Zusammenhangs des Rothfäulepilzes mit der grauen oder braungrauen Färbung welche, gleichsam eine Vorläuferin der Rothfäule, so häufig diese gegen das noch gesunde Holz begrenzend umgibt.

Th. Hartig (Kritische Blätter, 51. Bd. I. Heft S. 14 u. fg.) lässt den zerstörenden Pilz auch ohne vorausgegangenes Eindringen von Pilzsporen durch Zerfallen des Wandstoffes der Holzfaser in seine ursprünglichen Fasern und Kügelchen entstehen und beruft sich darauf dass Pilze in vielen Fällen der Abgeschlossenheit von der Aussenwelt sich entwickeln, demnach auf einem andern Wege müssen zu Stande gekommen sein als durch Eindringen von Pilzsporen.

Diese Erklärung findet bei Dritten so z. B. Wiesner (XLIX. Bd. der Sitzungsberichte d. kaiserl. Akad. d. Wissenschaften: Ueber die Zerstörung der Hölzer an der Atmosphäre, Sep.-Abz. S. 2) und R. Hartig (Krankheiten der Waldbäume, S. 45) keinen Anklang. In Erwartung weiterer Aufklärung durch die Wissenschaft ist hier geltend zu machen was gegen den Rothfäulepilz als alleinige Ursache der Rothfäule wiederholt eingewendet wurde, dass nämlich, wenn die Sporen des Pilzes überall im Walde vorhanden sind und in die Bäume eindringen, man annehmen muss ihre Entwicklung sei an gewisse Umstände gebunden. In Wahrheit wäre nach dieser Anschauung das Vorhandensein der Umstände für das Auftreten der Rothfäule massgebend, und der Pilz spielte eine Rolle analog der der Blatt- und Schildläuse, welche sich nur an kränkelnden Pflanzenindividuen einzustellen, aber die Krankheit zu vermehren pflegen.

Der die Rothfäule begünstigenden, nach Andern verursachenden Umstände sind es sehr viele und eben weil sie meist nicht zugleich, sondern nach Zeit und Ort getrennt zur Wirkung gelangen, wird die Erkenntniss erschwert.

Mildes Klima und rasches Wachsthum [1] befördern sie.

Die Rothfäule der Fichte ist häufig in den warmen Muschelkalkhängen z. B. des obern Neckarthals. Man brachte sie mit dem Kalkgehalte des Bodens in Zusammenhang. Wohl jedoch mit Unrecht. Denn im Juragebirge ist die Rothfäule nicht oder nicht mehr bekannt als sonst, auch stellt sie sich auf

[1] Pfeil, Die deutsche Holzzucht, 1860. S. 490.

kalklosem Grund ebenso häufig ein als auf kalkhaltigem. Ueberhaupt trifft man sie auf allen Bodenarten, fruchtbarem Marsch- wie magerem sandigen Heideland, ebenso tiefgründigen wie flachgründigen, nassen und trockenen, fein zertheilten oder felsigen Erdreiche. Doch spielt die Bodenunterlage eine gewisse Rolle. Im oberschwäbischen Forste Weingarten z. B. findet sich die Rothfäule im moorigen Boden mit thoniger Unterlage überraschend selten, sehr häufig daneben auf humosem Boden mit kiesiger durchlassender Grundschicht. Im hiesigen Reviere stosst man in ganz gleichmässigem Fichtenbestand auf beschränkte Stellen wo fast kein Baum gesund. während der übrige Bestand ganz rothfäulefrei ist.

Nach Pfeil tritt die Krankheit auf Viehstellen wo der Boden überdüngt ist, unfehlbar, in Beständen welche auf ausgebautem Ackerlande und auf frühern Kohlplatten stehen. nach verschiedenen Nachrichten sehr gern auf.

Pfeil sagt ferner, Rothfäule stelle sich besonders in zu dichten Saatbeständen, bei vernachlässigten Durchforstungen ein. Vielfach ist sie aber auch vorhanden wo wir uns eine Versäumung gar nicht beizumessen haben, wie in weit gepflanzten und durchforsteten jungen Stangenhölzern. Sie fehlt nicht im geschlossenen alten Bestande, nicht an zerstreuten Bäumen und ist endlich häufig im laubholzgemischten Fichtenwalde.

Willkomm fand sie selbst in nur zehn- bis fünfzehnjährigen Fichten und vermuthet dass sie in noch jüngern, vielleicht gar schon in der Keimpflanze vorkommen könne.

Rothfäule der Fichte ist sehr häufig Folge im dunkeln Unterstande zugebrachter Jugend. In einem gegen 150 Jahre alten Fichtenbestand einer warmen Muschelkalkwand des obern Neckars fanden sich Hunderte rothfauler Fichtenstämme welche in der Mitte einen finger- bis gelenkdicken rothfaulen Zapfen mit 50 und mehr Holzringen stecken hatten. Offenbar waren diese Bäume in ihrer Jugend wegen sehr dichten und dunkeln Standes äusserst engjährig und nach starker Durchforstung oder Freistellung rasch erwachsen. Auf dem zeitweilig ohne-

dies sehr austrocknenden Kalkboden hatte sich der engringige frühere Holzkörper durch Kernschäle vom breitringigen jüngern getrennt und wurde rothfaul.

Ebenso zweifellos kann Rothfäule durch Kälte verursacht werden. Das dabei getödtete Holz, in Verbindung mit einem Frostriss oder ohne solchen verfällt der Krankheit. Verschiedene von uns untersuchte junge Fichten erweisen sie bei vollkommener Gesundheit des Stockes in Folge von Frostbeschädigungen auf mehreren Höhen des Baumes [1].

Auch mechanische Verletzungen ziehen die Rothfäule nach sich. So das Harzreissen, Schalmwunden u. s. w., sofern sie sich nicht zufällig stark mit Harz an der Oberfläche überzogen haben.

Ohne Zweifel spielen bei der Rothfäule auch individuelle Eigenschaften des Baumkörpers eine Rolle. Daran dass von den Jahresringen das weichere Frühlingsholz vor dem festern Herbstholz fault, dass oft breite Ringe vor den engen ausfaulen, dass endlich mitten im rothfaulen Stock das festere Holz des frühern jungen Bäumchens verschont bleibt, erkennt man den Einfluss der Festigkeit des Holzes auf die Verbreitung der Fäulniss. Solches ein Grund, wesshalb die Krankheit im obern Theile des Schaftes rascher fortschreiten sollte als im Stock.

Die Folgen der Krankheit für den Baum richten sich nach Umfang und Ergriffensein verschiedener Theile. Geht die Rothfäule von grossen Wurzeln aus, so wird der Zuwachs des Baumes bedeutend geschwächt, die Regelmässigkeit der Holzringe gestört. Plötzlicher wellenförmiger Verlauf der Holzringe lässt, wenn er nicht von wirthschaftlichen Massregeln wie Lichtstellung, Aufästung u. s. w. herrührt, auf Rothfäule der Wurzel schliessen.

Ist die Wurzelmasse nicht wesentlich von der Rothfäule ergriffen, so wächst der Baum noch lebhaft fort. Aber auch wenn das Wurzelsystem stark gelitten hat, kann noch eine häufig das Vorhandensein der Rothfäule verrathende namhafte

[1] Näheres hierüber später an anderem Ort. Einen Fall der Art findet man abgebildet in Kritische Blätter, 46. Bd. I. Heft. S. 247.

Verdickung des Stocks stattfinden, weil vermuthlich die von der Krone für den ganzen Baum bereitete Holzmasse nun blos dem oberirdischen Theile des Stamms, insbesondere dem Stocke zu gut kommt, vielleicht auch der Höhetrieb in Folge der Wurzelzerstörung nachlässt.

Rothfaule Fichten werden vor allem vom Sturme gebrochen. Der an gesunden Bäumen werthvollste dicke Theil derselben wird entwerthet und muss zum Brennholze geworfen werden. Mancher Bestand wird durch Rothfäule lückig und desshalb vor der Zeit geschlagen.

Von Mitteln gegen die Krankheit kann die Rede nicht sein, solange man über die eigentlichen Ursachen derselben im Unklaren ist. Dass gegen sie Entwässerung und Erziehung normaler Bestände von einigem Werthe ist wird nicht zu bestreiten sein. Willkomm empfiehlt aber auch gründliche Stockrodung und sofortiges Verbrennen des rothfaulen Holzes. Dagegen lässt sich einwenden dass die verlangte Arbeit unter Umständen ausser Verhältniss zum möglichen Nutzen kostspielig ist und von zweifelhaftem Erfolge, gerade wenn die Rothfäule von Pilzen verursacht würde. Denn alsdann müsste man annehmen deren Sporen verbreiten sich so leicht und so allgemein dass trotz unverzüglichen Verbrennens, wozu öfters noch trockenes Brandmaterial könnte nothwendig werden, der Keim der Rothfäule nach wie vor in Boden und Atmosphäre läge.

H. Cotta spricht die Vermuthung aus dass die Rothfäule eine erbliche Krankheit und daher möglich sei, sie durch passende Auswahl der Samen von gesunden Bäumen zu vermeiden. Die vorstehenden Betrachtungen über die verschiedenen Ursachen der Rothfäule lassen solches nicht wahrscheinlich finden.

„Brauschheit“ des Baumesinnern, ein niedriger Grad von Rothfäule, ist eine technische Eigenschaft die wir hier übergehen.

„Weissfäule“ ist hauptsächlich den Laubhölzern und zwar den Splintbäumen und dem Splinte der Kernbäume eigen.

Was für Pilzformen ausser der schon von Hartig[1] angegebenen Nachtfaser, *Nyctomyces candidus Hart.*, bei ihrer Entwicklung thätig seien, müssen wir von zukünftigen Untersuchungen zu erfahren hoffen.

Die „Ring-, Rindschäle, auch Rothfäule der Föhre“ ist nach R. Hartig[2] nichts anderes als die Folge der Entwicklung des Myzels von *Trametes pini Fr.* Dessen aus Sporen entstandene Myzelfäden suchen durch Astlöcher den Weg zum Kernholze der Föhren, wo allein ihre Entwicklung möglich ist. Denn im Splinte findet man davon keine Spur, selbst wenn der benachbarte Kern in hohem Grade daran erkrankt ist. Auch findet man in diesem Falle zwischen Kern und Splint stets eine stark verkiente pilzfreie Zone. Die Myzelfäden des Föhrenpilzes durchbohren und verzehren die Zellwandungen des Kerns, wandern durch die Markstrahlen nach innen und zerstören früh die Harzkanäle. Die braunen oder farblosen Fäden füllen das Innere der Holzzellen. In Spalten und Lücken des Holzes entwickeln sie sich zu filzartigen an Zunder erinnernden Lappen. Das ergriffene Holz bekommt häufig erst kleine, dann wachsende im rothen Herbstholz als weisse Flecken erscheinende Löcher. Fehlen sie, so pflegt das der Zerstörung verfallene Herbstholz eine gelbliche Farbe anzunehmen. Die noch einige Festigkeit bietenden Holzringe schwinden in Folge der Austrocknung und des Substanzverlustes und bilden radiale und Ringspalten, die sich mit zunderartigem Myzel ausfüllen. Am Ende der Verwüstungen durch das Pilzmyzel bleibt nur mit einigen Fäden vermischtes gelblichweisses Harzpulver übrig und schliesslich wird der Baum ganz hohl. Die Entwicklung des Pilzhutes muss denselben Weg einschlagen auf dem das Myzel in den Stamm gedrungen, nämlich durch eine Asthöhlung. Sie muss, soll der Pilz als Hut herauswachsen können, offen stehen. Auf seiner Bahn liegendes krankes Gewebe, z. B. Rindeschuppen, zehrt es auf und setzt sich als filzähnliche Masse an die Stelle. Der anfänglich sammtartige

[1] Forst- und Jagdzeitung, Jan. 1846. S. 14.

[2] Krankheiten der Waldbäume, 1874. S. 43.

rostgelbe konsolenförmige Schwamm wächst alljährlich zwischen August und November, erneuert sich weggenommen leicht wieder und erreicht ein Alter von vielen Jahrzehnden.

Der Föhrenpilz kann sich nur im Kernholz entwickeln. Daher schlugen die Versuche fehl unter 30 bis 40 Jahre alte Föhren durch ihn anzustecken. Es gelangen aber ausnahmlos solche an ältern d. h. mehr als 40- bis 50jährigen Bäumen. Der Pilz ist nicht regelmässige Folge des Alters. Eine Menge sehr alter Bäume bleibt davon verschont. Dass er verhältnissmässig früh an Aesten der Krone sich einstellt, hat wohl zum Grunde dass dort die Kernbildung in jüngerem Holze beginnt als am Fuss. R. Hartig nimmt an der Pilz vermöge nicht durch natürlich absterbende und sich durch Austrocknung und Verharzen schützende Aeste, wohl aber durch Astbrüche und Astbeschädigungen einzudringen, welche von Sturm und Menschenhand herrühren. Nun hat aber im hiesigen Revier ein hochgelegener 130jähriger Föhrenbestand in neuerer Zeit eine Kernkrankheit welche vollständig auf die vorstehend geschilderte passt. Von wesentlichen Kronebeschädigungen der ausgezeichneten 28^{m} hohen schaftreinen Bäume ist nicht die Rede. Einen Schwamm haben weder Förster noch untergebenes Personal je an einer der dortigen Föhren gesehen. Hier den Pilz von Aststellen der Krone aus eindringen zu lassen scheint problematisch. Soll eine Hypothese gewagt werden, so scheint es immer noch zulässiger die Sporen auf den Weg durch kranke Wurzeln zu verweisen, deren es an alten Föhren nicht wenige gibt, oder anzunehmen dass Sporen oder Myzel auch mit absterbenden ganz dünnen Aestchen des jungen Baumes einwachsen und trotz Verharzung so lange unentwickelt schlummern bis die Kernbildung sie erreicht und zur Entwicklung ruft. Ehe über solche Grundlagen Klarheit besteht, scheint es jedenfalls verfrüht Betrachtungen über die Aufästung mit dem Föhrenpilz in Verbindung zu bringen. Dass man, wie bisher, Schwammbäume gelegentlich der Durchforstungen und Nachhiebe beseitigt, erscheint auch nach dem Vorstehenden gerathen.

„Brand und Schwamm,“ soweit sie nicht schon mit der Fäulniss des Holzes identisch sind, können wir zusammenwerfen. Es liegt beiden dieselbe Ursache zu Grunde. Sind nämlich äussere Holzpartieen des Stamms oder der Aeste mit oder ohne bekleidende Rinde aus irgend einem Grund abgestorben, so vertrocknet entweder die ganze todte Masse und löst sich vermodernd allmählich ab, durchzogen häufig von dem Myzel eines Schwammes der aus Mangel an Feuchtigkeit auf niedriger Stufe stehen bleiben musste. Oder das feuchte Holz fault an der Luft oder auch unter der Rindedecke und es brechen durch dieselbe Holzschwämme hervor. Dasselbe kann stattfinden, wenn seitliche Ueberwallung die Brandstelle nach aussen zu verschliessen beginnt oder rindeloser aufgerissener Splint nach eingedrungenem Wasser sich wieder schliesst. Der Schwamm pflegt mit seinem Hut auszubrechen (wie z. B. der äusserliche Zunderschwamm, *Polyporus fomentarius L.* der Buche) oder unter der Hülle von Rinde oder Ueberwallungswulst sich zu entwickeln wie an derselben Holzart der verborgene Zunderschwamm, *Nyctomyces utilis Hart.,* über deren genetische Verwandtschaft uns die Kenntniss abgeht.

„Kernschäle“, d. h. ringförmige Lösung von Jahresringen in Folge ursprünglich oder durch Morschwerden des Holzes herbeigeführter schlechter Verbindung derselben unter sich, auch Glatteisschäden, eine Art partieller Ringschäle, so wie Frostklüfte und Waldriss, d. h. radiale Klüfte, verweisen wir in die Lehren von Forstschutz und Forstbenützung.

„Spreufleckigkeit“ nennen wir das gesprenkelte Ansehen faulender Hölzer, wobei sich um dunkle Punkte hellere Höfe, um hellere Punkte dunklere Höfe ziehen oder in dunkler Masse lichte längliche Zellen vertheilt finden.

Unter „ächtem Mondring“ verstehen wir eine in Ringen erfolgende Entmischung des Eichenholzes, wobei die heller gefärbten Partieen ursprünglich durch den Umfang des Holzrings nicht scharf begrenzt sind. Man schreibt seine Entstehung der Natur des Bodens zu. Möglicherweise hat zu dichter Stand inmitten eines dunkeln Fichtenwaldes dieselbe Folge.

V o g e l t r ä n k e und A s t f ä u l e entsteht in Folge von nachlässigen Ästungen oder an Holzarten mit sehr leicht faulendem Holz. Erstere, wenn die Fäulniss nur die Mitte der Astwurzel oberflächlich ausgehöhlt hat, so dass Regenwasser darin stehen bleibt, letztere sofern sie tiefer greift und sich dem Innern des Stamms nähert.

K r e b s nennen wir eine in ihrem Ursprunge der vorigen insofern verwandte Krankheit, als sie ebenfalls durch verschiedene Ursachen veranlasst an der Oberfläche aufzutreten pflegt. Auch bei ihr sucht der Baum die noch berindete oder blosse Wundfläche durch Ueberwulstung zu überziehen. Es gelingt ihm unter Umständen. Häufiger aber ist seine Anstrengung vergeblich und, statt sich zu beschränken, erweitert sich der Umfang des Uebels, indem die dem Krebs zugekehrten Wulstränder selbst vom Krebs ergriffen werden, die fernere Ueberwallung also immer entfernter vom Ziele zu liegen kommt. Augenfällig ist das häufige Zusammenfallen der Krebsstellen mit dem Grunde von Zweigen. In Hunderten, vielleicht in der Mehrzahl von Fällen steht in der Mitte der Krebsplatte der Rest eines Zweigchens.

Die Basis der Aeste reift offenbar am spätesten im Jahr aus, leidet im folgenden Winter und arbeitet der Krebskrankheit vor. Wir sehen diess namentlich an Fremdhölzern denen unser Klima nicht günstig genug ist. (Platane, Paulownie, selbst Gleditschie im kühlen Walde.)

Krebskrankheit stellt sich namentlich auf magerem, steinigen oder kalten Boden ein bei Eiche, Buche, Haine, Esche, besonders auch Obstbäumen, vor allem dem Sperberbaum, endlich auf ganz geringem Muschelkalkboden selbst an Fichte und Föhre.

Die Krebskrankheit ist, sofern sie nur an einer Stelle des Stammes auftritt, gewöhnlich ungefährlich für das Leben des Baumes, wie die zahlreichen krebsigen Obstbäume erweisen die man Jahrzehnte lang anscheinend gesund wachsen und Früchte tragen sieht. Anders ist es bei Bäumen die an verschiedenen Stellen des Stammes vom Krebs ergriffen sind.

Sie werden leicht gipfeldürr, auch kernfaul. Namentlich thut die Krankheit der Verwendbarkeit als Nutzholz Eintrag.

Der „Eichenkrebs“ [1] ist äusserst gemein in Beständen welche durch Streunutzung in ihrer Bodenkraft sehr herabgekommen sind. Mitunter steht er auch auf frischem oder nassen, also extrem entgegengesetzten Boden, so dass man sich hüten muss voreilig einen Schluss aus seinem standörtlichen Vorkommen zu ziehen. Man findet ihn am Fuss und am ganzen Schafte hinauf zerstreut, selbst an dünnen Stämmchen und Ausschlägen. Im Grunde der Krebsstellen liegen sehr häufig partielle Frostringe. Als solche dürften wenigstens die Holzringe anzusehen sein deren Umfangslinie geschwärzt erscheint. Wenn es dem Baum gelingt durch kräftige Ueberwallung die Wunde zu schliessen, so reisst in der Regel der nächste kalte Winter senkrecht auf die alte Wunde eine Frostkluft bis durch die Rinde. Nie mehr kommt alsdann eine vollständige Heilung zu Stande, denn im Lauf eines Jahrhunderts können die Risse stets überwallen und die neuen Ringe immer wieder vom Froste durchrissen werden. Gewöhnlich aber erweitert sich die kranke Stelle mehr und mehr, und der Baum zeigt gleichsam seine Eingeweide, an der Krebsstelle oft eine sonderbar platte Form annehmend.

Sind, wie wir sehen werden, bei Krebserscheinungen an andern Holzarten Pilze zugegen, so ist es, nach der äussern Aehnlichkeit zu schliessen, wahrscheinlich dass auch der Eichenkrebs davon bewohnt ist. Ebenso wahrscheinlich macht aber das häufige Ausgehen des Krebses von der genannten schwarzen Ring-, vermuthlich Frostlinie, dass äussere Umstände das Auftreten der Pilze bestimmen.

Der „Buchenkrebs“ [2], von Willkomm anfänglich schwarzer Brand der Buche genannt, ist in Laubholz- und noch mehr in Laubholz- und Tannenrevieren eine bekannte Erscheinung, obgleich sie bisher wohl nicht gerade unter den Krankheiten aufgeführt wurde. [3]

[1] Abbildung und Näheres Kritische Blätter, 42. Bd. II. Heft S. 133.

[2] Kritische Blätter, 42. Bd. II. Heft S. 129.

[3] Kritische Blätter, 51. Bd. I. Heft S. 4 Note.

Man findet ihn unter den günstigsten Standortsverhältnissen wie unter ungünstigen, im Dickicht junger Buchenhorste, wie an alten Oberständern, an Samenpflanzen wie an Ausschlägen.



Das Uebel pflegt in die Augen zu fallen, wenn seit seiner Einnistung schon einige Jahre verflossen sind. Alsdann erscheinen alle von der Krankheit befallene Stellen des Stamms erst stark vertieft (Fig.). Später nachdem die erstorbene bedeckende Rinde sich abgelöst hat, tragen sie das darunter befindliche kranke Holz zur Schau. werden in Folge der unsymmetrischen Ablagerung des Holzes in der Umgebung der kranken Stellen knotig, oft unförmlich platt, auch gekrümmt, mit dem todten Holz auf der hohlen Innenseite, manchmal auch über der ringsum kranken Stelle verdickt und unterhalb derselben mit Wasserreisern versehen wie in Folge des pomologischen Rings. Der über der Beschädigung stehende Theil kann Jahrzehnde ziemlich normal zu vegetiren fortfahren, aber auch, namentlich wenn das Uebel verschiedene Seiten ergriffen hat, im Wachsthum nachlassen, oder ganz absterben und vom Winde gebrochen werden. Ist der Krebs in einem Bestande ziemlich allgemein, so kann wiederholt ein Fünftel der Masse ausgeforstet werden müssen, ohne Aussicht auf schliessliche Reinigung des Bestandes von der Krankheit.

Der wirkliche oder anscheinende Beginn des Uebels nach Vollendung eines gewissen Jahresrings, öfters übereinstimmend am Schaft eines ganzen Stämmchens, liess uns die Erscheinung als Folge des Erfrierens unausgereifter Stellen des letztjährigen Holzrings ansehen. Wobei uns allerdings gegenüber den vielen bei andern Holzarten beobachteten ringförmigen Frostlinien auffiel wie schnell sich der getödtete Ring zersetzte und dass die Rinde immer zugleich mit dem darunter liegenden Holzring erstarb.

Willkomm findet als einzige Ursache auch des Buchenkrebses die Thätigkeit von Pilzen. Auf kranken dünnen Zweigchen, zumal in den

Astwinkeln, sah er schimmelähnliche Fäden, Häufchen und Punkte, ausserdem lentizellenähnliche Höckerchen. Von den aus Rinderitzen hervorbrechenden zinnoberrothen Pusteln spricht er nicht. Die angegebenen Erscheinungen sind nun ihm zufolge im Zusammenhange mit einem Rinde-, Kambialring und jüngstes Holz durchziehenden Myzel, welches sämmtliche Elementarorgane von Rinde und Holz, Parenchym, Prosenchym und Holzporen durchzieht. Die letzteren erkennt man selbst mit der Lupe als verstopft. Das Myzel geht gern den Markstrahlen nach und findet sich häufig im Mark. In Folge der Thätigkeit des Pilzes werden Holz und Rinde morsch und rissig. Die veränderte Farbe der Gewebe rührt vom durch den Pilz zersetzten Stärkmehl und Chlorophyll her. Das Myzel wächst nun zu mehreren Pilzformen heran die auch nach aussen ihre Sporenhaufen abgeben. Er nennt den von ihm vorzugsweise beobachteten, *Fusidium candidum Link* und betrachtet den bereits vorher auf abgestorbenen Buchenzweigen bekannten, *Libertella faginea Desmazières*, als damit zusammengehörig.

Willkomm nimmt an dass seine kranken Triebe erst im Laufe des Sommers vom Pilze befallen wurden, was ein Theil unserer Objekte zu bestätigen scheint, ein anderer nicht. Offenbar lässt sich bloss aus genauer Bestimmung der Jahreszeit in welcher die Krankheit am Holzringe beginnt, über den Antheil entscheiden welchen der Frost an der Erscheinung nehmen könnte. Wir schieben eine Entscheidung um so mehr hinaus, als die Willkomm'sche Schlussfolgerung gegen den Einfluss des Frostes, sowie seine Abbildung kranker Zweige auf Taf. V. 1 die Möglichkeit einer solchen Ursache noch nicht zu beseitigen scheint. — Ob gegen den Buchenkrebs Massregeln vorgeschlagen werden können, hängt natürlich von der Lösung der Vorfrage ab, in wiefern der Pilz, um sich zu entwickeln, an Umstände gebunden ist oder ob er, wie Willkomm annimmt, auch normale Pflanzen ergreifen kann.

Der „Lärchenkrebs" [1] ist eine neuerdings mehrfältig beobachtete und vielfach in bedenklichem Umfang aufgetretene Krankheit. Sie stellte sich bisher hauptsächlich in den tiefern Partieen der Berghänge, doch auch schon bei 400 Meter Seehöhe ein. Vermuthen darf man dass sie später auch in noch bedeutenderer Höhe wird gefunden werden, da ja die eigentliche Heimat des Baumes, wo sie nicht fehlen kann, das Hochgebirge ist. Sie zeigte sich ohne Wahl auf den verschiedensten Gebirgsarten und bei extremsten Bodenzuständen. Hier wo die Lärche bisher die kräftigsten Jahrestriebe bildete,

[1] Willkomm, a. a. O. S. 167 u. fg.

dort auf magerem Erdreich, wo der Baum kümmerte, bald im geschlossenen reinen, bald im gemengten Bestande. Meist junge Lärchen bis zum Alter von zwanzig Jahren heimsuchend, hat sie am Harz auch schon Bäume abweichendsten Alters befallen.

Sie macht sich entweder schon im Frühjahr beim Ausbruche der Nadeln oder im Sommer durch Vergilben und Welken derselben augenfällig. Oefters sind nur einzelne Aeste befallen, manchmal der Gipfel. Dabei kann der ganze Zweig erkrankt, oder, an sich gesund, in Folge der Erkrankung seiner Ansatzstelle in Mitleidenschaft gezogen sein. Der erkrankte oder durch eine kranke Stelle vom Nährstamm abgeschnittene Kronentheil pflegt abzusterben. Bald geht es damit langsam und der Stamm bildet in seinem unterhalb befindlichen Theil noch viele Nadelbüschel, zuletzt wohl auch noch ein paar dünne Langtriebe, bald erfolgt der Tod bereits im ersten oder einem spätern Jahre plötzlich. Unter der Einfügungsstelle des leidenden Theiles tritt Harz aus verdickter und aufgeborstener Rinde. Junge Lärchenpflanzen sterben kurz weg ohne vorher Anstrengungen der angeführten Art gemacht zu haben. Doch findet man auch an ihrem Stammesgrunde kolbige Auftreibung, gelockerte, von Harz strotzende Rinde, manchmal auch wie bei ältern Lärchen Krebsstellen. Diese sind mit der Krankheit gewöhnlich, wenn auch nicht immer verbunden. Sie fallen wie bei andern Holzarten durch ihr scheinbares Eingesunkensein gegenüber dem umgebenden sich normal verdickenden Stamm ins Auge. Ihre Ränder nur sind anfänglich gegen die Nachbarschaft aufgetrieben. Später erscheint auch der Lärchenkrebs immer grösser und tiefer und auf der ihm entgegengesetzten Seite wächst der Stamm exzentrisch. Ist die Krebsstelle nicht bedeutend, so heilt sie zuweilen aus. Mehrere Krebsstellen aber in nahezu gleicher Höhe bringen den darüber befindlichen Baumestheil zum Absterben. Die kranken Theile bekommen öfters äusserlich ein schwarzes Ansehen.

Die Lärchenkrankheit und der Lärchenkrebs sind nun lediglich durch das Myzel eines Pilzes, nach R. Hartig nicht, wie Willkomm angibt, des *Corticium amorphum Fr. (Peziza amorpha Pers.)*, sondern *Peziza Willkommii R. Hart.* verursacht, deren Sporen oder Konidien, von einer unbekannten Gegend im Westsüdwesten Mitteleuropas nach Ostnordosten ausgebreitet und jeden Vorsommer in zahlloser Menge in die Atmosphäre gerathend, auf lebenden vollkommenen Lärchen sich ansiedeln und in diese eindringen, nur diessjährige Triebe und die Nadeln vermeidend.

Genanntes Myzel findet sich nun wuchernd inner- und ausserhalb der Krebsstellen und führt das Aufreissen der Rinde und Harzerguss herbei. In den Krebsstellen entwickelt es eine Masse Spermogonien, welche die Ränderauftreibung der erstern verursachen und später als weisse Pusteln durch die Rinde hindurchbrechen, theilweis aber zu grossen schüsselförmigen lebhaft orangerothen, im Umfange weissfilzigen Sporenträgern auswachsen, welche man, dem oberflächlichen Ansehen nach für die Früchte einer Parmelie halten könnte. Sie entwickeln sich seltener auf noch lebenskräftigen Theilen des Baumes. An den ältern Myzelfäden kommen auch Konidien zur Entwicklung und vorjährige Kortiziumfrüchte erzeugen im Nachsommer Pinselschimmel *(Penicillium)*.

Die von der Krankheit ergriffene ungewöhnlich verdickte Rinde strotzt von Harz und ihre zusammengesunkenen Gewebe sind mit krumiggelb- oder rothbrauner Masse erfüllt. Die Interzellularsubstanz und innerlich die Zellwände sind vom Myzel aufgesogen und dadurch Risse und Löcher im Gewebe entstanden. Auch das Chlorophyll ist aus dem Rindeparenchym wie die Proteingemenge aus den Bastorganen verschwunden. Der an die Stelle getretene Harzüberfluss ist ein Erzeugniss der Umwandlung der Zellsubstanz, wie solche sogar bei der gewöhnlichen normalen Harzbildung im Holze verschiedener Nadelhölzer vorkommen soll.

Auf die Anschauung gestützt dass das Kortizium die alleinige Ursache des Lärchenkrebses sei werden gegen ihn empfohlen: starke Durchforstungen der erkrankten Bestände. Abtrieb der stark ergriffenen im Herbst oder Winter, d. h. zur Zeit wo noch Sporen vorhanden, sorgfältige Abästung noch lebenskräftiger Lärchen, endlich Anlegung von Saatkämpen in gegen die sporenherbeiführenden Winde geschützter Lage, Vorschläge über welche noch nicht an der Zeit sein dürfte ein Urtheil zu fällen.

Hexenbesen, „Tannenkrebs, Tannenkropf.“ *Aecidium elatinum A. S.*

Unter den verschiedensten Umständen von Lage, Boden etc., vorzugsweis in der mittlern und untern Region der Tannenbäume, an jungen Schossen, zumal Zweigen, einjährigen wie ältern, dringt ein kleiner Pilz, *Aecidium pini*, als ächter Parasit ein. Seine Fäden verursachen in der bisher gesunden Rinde eine Anschwellung und Wucherung des Rindeparenchyms. Dadurch erscheint die vom Pilz ergriffene Stelle äusserlich verdickt. Im Zusammenhange damit findet man die Ringe des Holzkörpers gestört und mehr oder weniger weit gegen innen vom Myzelium befallen.

Frühestens ein Jahr nach der Entstehung kann sich auf der ersten Anschwellung des Zweiges, seltener des Stammes, ein sogenannter Hexenbesen entwickeln, der bald mehr wie ein Tannenbäumchen, bald unregelmässig vielzweigig strauchförmig aussieht. Seine Zweige stellen sich in unvollkommene Quirle und haben nicht zweizeilige, sondern ringsum vertheilte eigenthümliche gelbgrüne fleischige Nadeln.

Ursprünglich nämlich waren die Zweige des Hexenbesens natürliche Zweigchen, oder ruhende Axillarknospen, die in Folge des in der Rinde hausenden und in Zweigchen oder Knospen hineinwachsenden Myzeliums wuchern und, sich verzweigend, verkrüppeln. Merkwürdigerweise kann letzteres bei seinem alljährlichen Durchwachsen der neuen Zweige einen oder einzelne Zweigchen verschonen, die alsdann kürzere oder längere Zeit auf dem Besen sitzend, normal weiter wachsen.

An der geschilderten sonderbaren Benadelung des Hexenbesens sprossen namentlich auf der obern Seite oranienfarbige Pünktchen, die Samenträger des Pilzes hervor. Im Herbste fallen die pilzbesetzten Nadeln merkwürdigerweise sammt und sonders ab. Daher die Hexenbesen der Tanne im Winter dürr aussehen.

Der Stamm des Hexenbesens ist oft dicker als die Achse auf welcher er sitzt und daher noch dicker als die mit ihm gleichalten Zweige.

Die Lebensdauer der Tannenhexenbesen ist verschieden. Zehnjährige sind häufig, zwanzigjährige selten. Sie sterben bald Zweig um Zweig, bald auf einmal ab.

Viele vom Myzelium erzeugte Anschwellungen, namentlich am Stamm, bleiben aber lange Zeit oder zeitlebens ohne Entwicklung von besenförmigen Auswüchsen. Auf vielen erkennt man dass sie einmal früher solche getragen.

Jedenfalls hängt aber, wo Hexenbesen vorhanden, das Myzelium der Anschwellung mit demjenigen der Besenwucherung zusammen, und es ist daher auch die Ursache der besenlosen Anschwellungen, der mehr oder weniger grossartigen Tannenkröpfe oder -krebse das nicht zur Blüteentwicklung gelangte Myzelium von *Aecidium elatinum.*

Tannenkröpfe fallen namentlich am Stamme der Bäume und wenn sie sich zu zwei oder gar drei am gleichen Individuum finden, sehr ins Auge. Manchmal entwickeln sie sich nur einseitig oder vorwiegend einseitig, häufig jedoch umgeben sie den Stamm mit grosser Regelmässigkeit. Dabei kann die Rinde in unregelmässige Stücke zersprungen anhängen oder durch wenige z. B. neun tiefe Längsfurchen in ebensoviele rektanguläre Pyramiden getheilt sein. Dass der Schaft über dem Kropfe meist dicker ist als darunter erklärt sich aus dem Hindernisse das er dem absteigenden Bildungssafte bereitet.

Im Innern des Kropfes zeigt sich die Rinde anfangs saftig und lebensfrisch mit stark entwickeltem Parenchym, auch harzgängereich und so arm an Bast, dass man diesen leicht übersieht. Später vertrocknet sie an einzelnen Stellen bis aufs Holz, trennt sich von diesem und fällt zerbröckelnd oft auf Fusslänge ab. Der Holzkörper des Kropfes besteht aus erweiterten, jedoch zonenweis breitern oder schmälern Ringen. Dieser Wechsel scheint im Zusammenhange mit den bei der Tanne gewöhnlichen durch Licht- und Schattenstellung herbeigeführten Komplexen schmälerer oder breiterer Ringe zu stehen. Stellenweise setzen einzelne Holzringe ganz aus. Im Allgemeinen verlaufen sie wellenförmig (Rinderisse). Auf dem Längs-

schnitte des Holzes zeigt sich geschlängelter Verlauf der Fasern.

Das Myzelium des in Rede stehenden Pilzes kann zwar sechzig und mehr Jahre alt werden. Indessen stirbt doch das sämmtliche vom Myzelium bewohnte Gewebe, Rindeparenchym. Bastschichten und Holz, soweit es davon überhaupt ergriffen worden, früher oder später ab, wird morsch, faul und theilt seine Zersetzung dem benachbarten Holze mit. Selbstverständlich brechen die Stämme bei Sturm gern an den krebsigen Stellen und gehen krebsige Stämme in heissen Sommern leicht ein. Nebenbei können die damit behafteten Bäume bald gar nicht, bald nur theilweis als Nutzholz verwendet werden.

Da der Pilz die einzige Ursache von Hexenbesen und Kropf ist, empfiehlt sich gegen ihn vor allem möglichste Entfernung der ersteren als seiner Samenträger. [1]

Gipfel- und Astdürre oder Zopftrockniss, eine häufige Folge von trockenheissen Sommern oder von, manchmal selbst mässiger, Winterkälte nach einem dem Holzausreifen ungünstigen Sommer, ebenso oft auch von Freistellung (s. S. 183). Das dürre Holz stirbt allmählich und bricht ab. Am Stamm hinauf sprossen dabei oft eine Menge Wasserreiser. Ist der abgestorbene Kronenantheil nicht zu bedeutend, so wird das todte Holz abgestossen. Zumal bei wiedereintretendem Schlusse des Bestandes kehrt der Trieb nach oben wieder und die Wassersprossen verkommen. Es ist ein sehr grober Irrthum jeden Baum mit dürrem Gipfel für verloren anzusehen. Mit der Gipfeldürre in ihrem physiologischen Ursprunge verwandt ist das Wassersprossenaustreiben von Bäumen deren Gipfel durch die Nachbarbäume überwachsen wird.

Der Föhrenschosskrümmer (besser als -dreher). *Caeoma pinitorquum A. Br.*, ist ein in Norddeutschland auf Föhren häufiger Brandpilz [2], dessen Spätsommer- (Teleuto-

[1] Nach De Bary, Botanische Zeitung, 25. Jahrg. 1867. S. 257.

[2] In Betreff der merkwürdigen beiden Formen, in welchen, wie neuere Forschungen dargethan, eine Anzahl von Pilzen auftritt, der Frühlings- oder Aezidien-, und der Herbst- oder Teleutosporenform verweisen wir auf allgemein

sporen-) form noch nicht gekannt ist, aber wahrscheinlich auf einem Ackerunkraute lebt. Wenigstens nimmt die Ansteckung der Föhren ihren Anfang von irgend einem Ackerrand aus. Die auf ergriffenen Flächen gewöhnliche Aspe mit ihrem Pappelrost, *Melampsora populi,* scheint dabei unschuldig zu sein.

Der Pilz erscheint auf bestem wie auf schlechtestem Boden. In nasskalten Jahren nimmt er eine üppige Entwicklung. Warmtrockene Witterung dagegen hält ihn sehr zurück und unter ihrem Einflusse kommt er gewöhnlich nicht über die erste Entwicklung des Fruchtlagers hinaus. Das Anfliegen seiner Sporen erfolgt zwischen April und Anfang Juni. Er befällt schon Keimlinge, und zwar manchmal $^2/_3$ einer ganzen Saat. Sodann an ihren jungen Trieben jährige und ältere Föhren. Die erste Erkrankung einer Schonung erfolgt auf der Seite der Pflanzen, woher der Pilz anflog. Dabei bemerkt man nur einzelne Pilzflecken an den befallenen Föhren. Im zweiten Jahre können schon alle neuen Triebe derselben erkrankt sein. Das Uebel gibt einer Kultur das Ansehen als sei ein Frost darüber gegangen und später dasjenige als sei sie vom Wilde verbissen worden. Es rückt von Jahr zu Jahr in derselben Richtung weiter.

Das Myzel des Pilzes vegetirt interzellular im grünen Rindeparenchym der jungen Föhrentriebe. Von den vorjährigen schreitet es nach den neuen Knospen und Schossen weiter. Die Sporenlager, wenn es zu solchen kommt, entwickeln sich zur Zeit wo die Nadeln des Schosses noch fest in den Scheiden stecken. Man erkennt sie an der durch die Rinde scheinenden goldgelben Farbe. Später, mit dem Platzen der Fruchtlager vertrocknen Oberhaut und Rindeschicht über und im Umkreise der ihre gelbröthlichen Sporen entlassenden gelben Pilzstelle.

Keimlinge deren Samenlappen allein ergriffen wurden, pflegen ungestört weiter zu wachsen. Sie gehen aber in er

botanische oder mykologische Werke. Hier und im Nachfolgenden nahmen wir bei der Reihenfolge der aufgezählten Pilzarten auf den Entwicklungsunterschied keine Rücksicht.

Regel ein, wenn ihr Stengel mit erkrankt ist. Jährige und ältere befallene Föhren leiden um so mehr je jünger sie sind. Mehr als zehnjährige Pflanzen werden selten ergriffen. Nur fortgesetzte trockene Jahrgänge scheinen ihre Genesung herbeiführen zu können. Vereinzelte kranke Stellen am Triebe überwachsen ihre Verletzung, biegen sich und erheben sich wieder mit dem jüngern Gipfeltheile. Doch zeigen sich Bastkörper und Holz im Innern braun. Die dünnen Schosse der ein- oder zweijährigen Pflänzchen, sowie an älteren solche die ringsum erkrankt sind, sterben ab oder entwickeln am lebend bleibenden Grunde Scheide- oder Adventivknospen, gehen aber, wenn das Uebel sich wiederholt, dennoch in den nächsten Jahren zu Grund [1].

Flechtenschorf, d. h. Flechtenüberzug der Rinde ist nicht Krankheit, sondern Symptom eines schmachtenden Zustandes oder rauher Rinde. Je kräftiger das Wachsthum, mit andern Worten je dicker die Holzringe und entsprechend je lebhafter die Rindeentwicklung, bei nicht aufreissender Rinde je gespannter diese, desto weniger setzen sich an ihr Flechten an. Bei entgegengesetzten Umständen, in Oertlichkeiten wo kühlfeuchte Luft durchzieht oder stockt, ist Flechtenschorf häufig. Die Flechten ziehen ebensowenig Nahrungsstoffe aus der Rinde worauf sie Fuss gefasst, als aus dem Steine den sie bedecken. Daher ist Entfernung der Flechten nutzlose Arbeit und sind Düngung, wo sie angeht, und Verpflanzung in bessern Boden die einzigen Gegenmittel.

Der **Blätterkrankheiten** gibt es ausserordentlich viele. Es kann daher höchstens davon die Rede sein dass wir die hervorragenderen Erscheinungen der Art aufzählen.

1. Allgemeine Blätterkrankheiten kommen selten und zunächst in Folge abnormer Sommerwitterung vor. Sie gehören daher in der Hauptsache zur Lehre vom Forstschutz. Hieher passen dürfte jedoch eine im Jahr 1843 von Juli bis Oktober in der Bretagne beobachtete Blätterverkümmerung,

[1] Vergl. R. Hartig, wichtige Krankheiten der Waldbäume, S. 83.

die wir damals, vielleicht nach vorausgegangener grosser Trockenheit eingetreten, ungemeiner Nässe und Kühle des Sommers zuschrieben.

Die Blätter der Laubhölzer litten allgemein, doch namhaft stärker wo zugleich Wind mitwirkte, auf Uebergangsschiefer und Granit sichtlich mehr als auf Grobkalk. Die Blätter nahmen dunkle Flecken an, die hauptsächlich von der Unterseite auszugehen schienen. Hier fanden sich bei vielen Holzarten eckige Fleckchen (Zellenfelder) zwischen den Nerven. Die Zellen selber waren bei einigen Baumarten aufgetrieben, bei andern auf der Rückseite oder der Oberseite mit kleinen Pilzen besetzt. Die Blätter starben frühzeitig ab, nachdem sie wie verbrüht oder halbgerollt herabgehangen. Die Haine hatte schon im Juli nichts als dürre braune Blätter. Natürlich litten die einzelnen Holzarten in verschiedenem Grade. Mehr oder weniger ergriffen waren ausser der soeben genannten Holzart gemeiner und Feldahorn, Ross- und Edelkastanie, Hasel, Buche, Nussbaum, Aspe und kanadische Pappel, Kirsch-, Birn- und Apfelbaum, Else und Sperberbaum, gemeiner Kreuzdorn und Ulme. Verschont blieben dagegen Robinie und Stechpalme. Nadelhölzer scheinen durch jene fortgesetzt feuchte Witterung nicht gelitten zu haben, da uns von ihnen eine Notiz nicht vorliegt.

Hieher gehörig auch der offenbar leidende Zustand, in welchen im Herbst zunehmende Feuchtigkeit der Luft, nächtliche Kühle und hohe Tageswärme die jüngsten Schosse, vorzugsweise Nachschosse mehrerer Holzarten, wie Pfaffenhütchen, Schwarzdorn u. s. w., versetzen und in deren Folge sie sich mit Pilzbildungen überziehen.

Bleichsucht, Chlorose, d. h. weisse oder gelbe Färbung der Grüntheile der Bäume ist entweder dem Individuum eigenthümlich oder Folge äusserer Umstände. Unter Tausenden junger Keimlinge erscheinen einzelne blattgrünlose weisse oder gelbe Individuen. Derartige Eichen und Buchen sahen wir schon wiederholt. Schade dass wir unser Augenmerk dabei nicht auf die Beschaffenheit der Kotyledonen richteten, insofern

man sich ein Wachsthum auch gelber Blätter nicht ohne grüne Samenblätter denken kann. Ein uns jüngst unter die Hand gekommener bleichsüchtiger Tannenkeimling hat in der That grüne Kotyledonen, von denen chlorotischer kleiner Stengel und eben solche Blätter abgeleitet werden konnten. Chlorotische Keimlinge pflegen im ersten Jahre zu Grund zu gehen, desshalb müssen wir auch die als Spielart auftretende Weiss- oder Gelbscheckigkeit der Blätter als Krankheit ansehen. Auch Mangel an Zaserwurzeln kann die Ursache davon sein. Ein Orangebäumchen im Topf zuerst unmässig begossen, so dass die Wurzelzasern verloren giengen, sodann mit Begiessen vergessen, so dass fast alle Blätter abfielen, hierauf verpflanzt. trieb im Frühling zunächst eine grosse Zahl fast weisser Blätter und behielt sie bis in den Sommer, ohne Wurzelzasern zu entwickeln. Erst im Juli sprossten solche hervor. Zugleich damit trieben neue üppige dunkelgrüne Blätter. Die vorhandenen gelben aber färbten sich allmählich von den Nerven aus ebenfalls grün. — Auch im Walde kann gelbe Blätterfarbe als Folge nassen Bodens, nasser Witterung. mangelnden Eisengehalts des Bodens oder sonst ungeeigneter Bodennahrung, unterbrochenen Saftzuflusses durch Stamm oder Aeste, sowie von Trockenhitze und Mangel an Licht eintreten. Folge der Bleichsucht sind häufig Siechthum und Absterben der Individuen. Etwaige Massregeln gegen dieselbe ergeben sich aus der Ursache der Krankheit.

„Schwindsucht" der Blätter nennt Hundeshagen das allmählige Verschwinden der Belaubung gedrängt stehender Stämme vom Fusse zum Gipfel. Konsequent müssen wir alsdann jeden im Schluss erwachsenden Baum krank nennen.

„Sonnenbrand", sowohl der Belaubung als der Rinde, gehört in den Forstschutz.

An Blätterkrankheiten einzelner Holzarten machen sich bemerklich:

Die Fichtennadelbräune, Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln, Gelbsucht, Fichtennadelrost, *Chrysomyxa abietis Ung.*, eine überall verbreitete Erscheinung. Im Hoch- noch mehr im Tief-

land ist sie häufig. Im Hochgebirge vielleicht desshalb weniger, weil ihr dortiger Stand freier zu sein pflegt als sonst. Man findet sie auf allen Gesteinsformationen und Bodenarten, auf feuchtem und trockenem Grund, in geschützten und exponirten, besonders feuchtdumpfigen Lagen. Daher auch namentlich in Oertlichkeiten mit vielem Oberholz und in Beständen von gedrängtem Schluss. In den letztern Fällen gleichgültig ob der Wald durch Saat oder Pflanzung entstanden. Der Nadelbräune besonders unterworfen sind Waldträufe, Wegränder u. s. w. Die Krankheit ist am häufigsten bei jungen Pflanzen, auch Stangen, neuerer Zeit aber auch bei Althölzern beobachtet worden. Nach Willkomm wären meist nur untere und mittlere Aeste vom Nadelrost ergriffen, am seltensten der Wipfeltrieb. Im Hohenheimer Reviere sind es vorzugsweise die Wipfel welche befallen werden.

Nach den Beobachtungen von Reess keimen die Sporidien und dringen Mitte Mai am jungen Schosse durch die Epidermis der Nadeln in deren Inneres und bilden hier ein Myzel aus, dessen störende Thätigkeit man zwischen Mai und Juli an dem anfänglich Bleichgelb- später Lebhaftgelbscheckigwerden der Nadeln erkennt. Die einzelnen gelben Nadelfleckchen pflegen diese ringförmig zu umgeben, so dass letztere eine Art bebändertes Ansehen erlangen. Die weitere Entwicklung des Pilzes wird durch die kalte Jahreszeit unterbrochen. Erst im April des folgenden Jahres brechen an der Rückseite der Nadeln ein paar schwielenförmige sammtartige rostrothe Pusteln hervor die bald wieder zusammensinken, in deren Folge aber rasch auch die noch grünen Theile der Nadeln erbleichen und von deren Sporidienentwicklung die weitere Ausbreitung des Pilzes und der Krankheit ausgeht.

Die Entwicklung des Fichtennadelrostes hängt wie die aller Pilze sehr von der Witterung des betreffenden Jahres ab. Es ist daher begreiflich dass in Thüringen und Schwaben [1] der feuchtwarme Mai 1865 die Pilzpusteln kräftig entwickelte

[1] Kritische Blätter, 49. Bd. II. Heft. S. 96.

und die Nadelbräune in grossem Massstab auftreten liess, während der frostigtrockene Vorsommer 1866 und noch mehr der trockene Winter 1873/74 und der ebenso trockene Frühling 1874 ihn nicht zur Entwicklung kommen, im letztgenannten Falle schon im März und April mit den Nadeln zum Abfall brachte.

Dass durch die Krankheit und den Verlust der Nadeln nicht nur der Zuwachs der Fichtenbestände erheblich gemindert, sondern Tausende von Pflanzen und Stangen dieser Holzart in wenigen Jahren dürr gemacht werden können, so dass man in die Lage kommt die bessern Fichtenorte von Oberholz zu befreien, entstandene grössere Blössen aber abzuräumen und von neuem anzupflanzen, unterliegt keinem Zweifel.

Es ist schwierig, forstliche Rathschläge gegen das Umsichgreifen des Pilzes in den Wäldern zu geben. Die Nadelbräune der Fichte entsteht dem Vorstehenden gemäss nur durch Vermittlung des Pilzes. Bewegte Luft trägt dessen Keime weiter. Diese wuchern nach dem Frühern hauptsächlich an Waldträufen und verdämpften Orten. Warum aber bleiben alsdann im Windstriche belegene Forstorte Jahre lang verschont? Warum ergreift die Krankheit häufig vollständig einzelne Individuen und verschont die umstehenden? Ehe wir derartige Fragen zu beantworten vermögen, ist über die vorgeschlagenen Mittel gegen die Verbreitung des Pilzes nichts zu sagen. Die Vernichtung des pilzkranken Reises hätte blos einen Sinn, wenn vorauszusetzen dass nicht keimfähige Sporidien von frühern Jahren, der begünstigenden Witterung harrend, überall auf den Pflanzen vorhanden seien. Auch Anpflanzung von *Abies alba Poir.* und *canadensis Poir.* an Waldträufen, und Ersatz der Fichte in dumpfen Niederungen durch Weymouthsföhren, welche von Willkomm zu Vermeidung des Nachtheils der Fichtennadelbräune empfohlen werden, lassen sich erst in einer spätern Zeit beurtheilen, wenn man einmal über die Häufigkeit der Wiederkehr der Krankheit im Klaren sein wird. Beide erstgenannte Holzarten haben wirthschaftlich gar wenig Werth. Die Vorschläge, gefährdete Fichten-

orte zu durchforsten und verdämpfendes Oberholz zu beseitigen sind nicht zu beanstanden [1].

Als Fichtenritzenschorf (Fichtennadelbräune, Fichtennadelröthe und Fichtennadelschütte), *Hysterium macrosporum R. Hart.*, im Gegensatze zu dem vorhergehenden Fichtennadelrost stellt R. Hartig noch eine Art Fichtennadelpilz auf, der in Norddeutschland ebenso verbreitet und bedeutsam mit der vorhergehenden zusammen geworfen worden ist.

Nach Demselben ist die Entwicklung des Pilzes den klimatischen Umständen nach wandelbar. Im feuchten Gebirge erfolgt die Ansteckung im Frühling, ehe der neue Schoss beginnt, an vielen, selten allen Nadeln des vorjährigen und auch einzeln an solchen des zweiten und drittletzten Triebes, in dessen Folge dieselben von der Spitze gegen den Grund schmutzig dunkelgrün, dann rothbraun werden, auch oft noch mehrere Jahre lang am Zweige sitzen bleiben. Im trockenen Klima von Neustadt-Eberswalde dagegen ist die Wucherung des Fichtenritzenschorfes langsamer, so dass die Perithezien der Nadeln zweijährigen Triebes erst im Herbste des zweiten Krankheitsjahres erscheinen und ihre Sporenausstreuung erst im dritten stattfindet. In derselben Oertlichkeit kommt es aber auch vor dass sämmtliche erkrankte Nadeln, nachdem sie sich im August gebräunt, im Spätherbst oder Winter abfallen.

An ältern Bäumen bleibt der oberste Theil der Krone in der Regel verschont.

Nach R. Hartig kommt der Pilz oft gemeinsam mit *Chrysomyxa* auf derselben Fichte vor.

Wir sind ausser Stand die anatomische Diagnose der beiden letztgenannten Pilze zu prüfen. Indessen dürfte es nach unserer Meinung noth thun die sonstigen Differenzen nochmals zu untersuchen. Der Unterschied beider in der Wahl der Schosse, *Chrysomyxa* nur der laufenden, *Hysterium macrosporum* der vorjährigen Schosse verliert an Werth, wenn man von ersterer auch zwei-, und wie es im Winter 1873/4 scheint, selbst einzelne dreijährige Nadeln befallen sieht. Gelbe oder braune Färbung der abfallenden Nadeln, auch längeres Stehenbleiben hängen ferner so sehr von atmosphärischen und sonstigen Umständen ab, dass man sich fragen muss ob nicht durch diese so gut als bei Winter-, bei Sommer- und bei nachgeschossenem Getreide auch morphologische Unterschiede zweier verwandter Pilze begründet werden können.

In Betreff des merkwürdigen Vorganges der Aufzehrung des Stärkemehls der Nadeln durch den Pilz verweisen wir auf R. Hartig's öfters angeführtes neues Werk S. 108 u. ff.

[1] Vergl. Willkomm, Mikroskopische Feinde S. 134. Reess, Die Rostpilzformen der deutschen Koniferen S. 29. A. Röse, Die Fichtennadelbräune und ihre Ursache in Kritische Blätter, 50. Bd. I. Heft. S. 235.

Der vorstehenden verwandt ein anderer Fichtennadelpilz, *Aecidium abietinum A. et S.*, in Berg- und alpinen Gegenden, namentlich an jungen, doch auch an alten Bäumen, bis zu deren Gipfel beobachtet und sich Ende Juni bis August an den laufend jährigen Nadeln auf hell- bis orangegelben ziemlich ausgedehnten Flecken entwickelnd. Ihre Aezidien meist an der Unterseite der Nadeln, in einem oder zwei Längsreihen mit 3mm langen walzigen an der Spitze unregelmässig aufreissenden daher am Rande geschlitzt gezähnelten Peridienröhren. Sporen im Nachsommer, später nicht mehr keimend, und da der Pilz nur auf jungen Nadeln zu finden und das Myzel nicht überwinternd sei, die Teleutosporenform des Pilzes noch zu suchen.

Ausserdem auf den Fichtennadeln das bis jetzt nur in Skandinavien bemerkte *Aecidium coruscans Fr.*, dessen Aezidien sich auf sämmtlichen halberwachsenen, noch fast in den Knospenschuppen steckenden Nadeln junger Fichtentriebe finden, und deren zwei bis vier Fruchtlager auf jeder Nadel 1/2mm breite, lineale oft lange erhabene Pusteln bilden, welche von den ihnen ähnlichen des Fichtennadelrostes sich durch sie bedeckende weisse Peridien unterscheiden und von einem überwinterten Myzel des vorjährigen Triebes herleiten lassen.

An Fichtenzapfen das in Thüringen beobachtete *Aecidium conorum piceae Rss.* an erstjährigen fast ausgewachsenen, nur zufällig wurmigen Exemplaren im August. Auf der Aussenseite fast jeder Zapfenschuppe ein Paar Aezidienfruchtlager von vier bis sechs Millimeter Durchmesser und rundlichem Umriss und mehrere Zellenlagen unter der Epidermis liegend ein Myzel. Die Oberhaut mit der Peridie sich erhebend. Solches vermuthlich dieselbe Art welche Willkomm (Tharander Jahrbuch, 20. Bd. 1870. S. 115) unter ähnlichen Umständen und zur gleichen Jahreszeit in Russland fand und welcher er den Namen *Peridermium conophilum* gab. Sodann *Aecidium strobilinum Rss.* Sehr verbreitet und, auch in Schwaben, zu finden an alten meist schon am Boden liegenden Zapfen mit abstehenden Schuppen auf der Innenseite von gedrängten warzenförmigen braunen Pilzfruchtkörpern strotzend, denen eine Peridienbildung vorausgegangen ist und deren Kuppe deckelartig abspringt.

Ein Pilz der Tannennadeln, *Aecidium columnare A. et S.* An meist gesunden und nicht orangegelbfleckigen laufendjährigen Nadeln auf der Unterseite in zwei regelmässigen Aezidienreihen mit einer bis drei Millimeter langen allmählich sich verjüngenden und daher einer Säulenbasis vergleichbaren Peridie. Nur in einigen Gegenden Deutschlands beobachtet.

Auf der Tanne ferner *Caeoma abietis pectinatae Rss.*, von der durch de Bary nur bekannt dass er in Form schmaler

Pustelchen in zwei Reihen auf der Unterseite der erstjährigen Nadeln vorkommt und die Epidermis durchbricht.

Wohl dem letztern angehörig der Pilz den wir hier nicht selten an den Nadeln der Tanne finden und welcher, weil an allen Altersklassen der letztern vorkommend, die Aeste schon von weitem gesehen gelbscheckig erscheinen lässt. Er ist an der Oberseite der gelben Nadeln fast nicht sichtbar, um so mehr aber an der Unterseite in Form öfters unterbrochener schwarzer glänzender Schwielen auf Mittel- manchmal auch Randrippen, sowie da und dort aus den Spaltöffnungen herausgewachsenen schwarzen Pusteln welche die weissen Schliesshäute der Spaltöffnungen mit ausgetrieben haben und als plattes Dach tragen.

Offenbar einer der vorhergehenden Arten angehörig der gelbe Rostpilz an der Unterseite der Tannennadeln, über welchen schon Forst- und Jagdzeitung, 18. Jahrg. 1852. S. 300 geklagt wird.

Der Sevenzweig- und Birnblattpilz *Gymnosporangium fuscum Oerst.* erscheint im Frühjahr an Wachholderarten in Form aus der Rinde hervorbrechender länglicher gallertartiger orangefarbiger kegelförmiger oder walziger Massen *(Podisoma juniperi Pers. Tremella sabinae Dicks.)*, die sich mit Sporen bedecken und nachher zusammenschrumpfen. Ihr Myzel perennirt in der Rinde der Aeste, dringt aber nicht in das Holz ein. Die ergriffenen Theile der Aeste sind angeschwollen. Die abstiebenden Sporidien dieses Pilzes siedeln sich im Sommer auf den Blättern des Birnbaums an, mehr auf deren unterer als oberen Seite. Im Mai bemerkt man die von ihnen herrührenden orangegelben Flecken welche bald beulenartige Anschwellungen zeigen und oft ganze Bündel von kegelförmigen in Längslinien geschlitzten und desshalb einem Vogelkäfig sehr ähnlichen Fruchtsäcken entwickeln. *(Aecidium cancellatum Pers. Röstelia cancellata Rabenh.)* Die Bäume sehen oft von den ergriffenen Blättern roth- oder gelbscheckig aus und leiden darunter. Die Birnbäume an der Hohenheimer Strasse auf der Nordseite des exotischen Gartens sind nach und nach alle vom vorstehenden Pilz über und über heim-

gesucht. Jenseits des Zauns genannten Gartens steht ein reich mit *Gymnosporangium* besetzter *Sabina*-Strauch.

Der Wachholderzweig- und -Apfelblattpilz, *Gymnosporangium clavariaeforme Oerst.* ist eine dem vorigen analoge aber hellgelbe und getrocknet gelb bleibende, mehr knorpelige, bald walzige bald zungenförmige, an der Spitze häufig gekrümmte Bildung welche im April und Mai ihre Sporidien treibt und dann äusserlich wieder verschwindet. *(Tremella juniperina Wahl. Podisoma juniperi communis Fr.)* Ihre zweite Form ist auf den Blättern von Apfelbaum und Weissdorn im Mai und Juni zu finden, und von ähnlichem Ansehen wie diejenige des Birnbaums *(Aecidium laceratum De C.).* — Als extreme Formen derselben Art betrachtet Reess die auf Apfelbaum, *Pyrus aria* und *Sorb. chamaemespilus* vorkommende *Röstelia penicillata Sow.*, mit bis zur Basis der freien Röhre herab getrennten senkrechten Zellreihen der Peridie, und die auf Weissdorn und andern *Crataegus*-Arten, *Mespilus germanica etc.* vorkommende *R. lacerata Sow.* mit minder regelmässiger nicht bis zum Grunde der freien Röhre herabgehender seitlicher Trennung der Peridienzellen.

Gemeinwachholder- und -Vogelbeerpilz, *Gymnosporangium conicum Oerst.* Zu gleicher Zeit mit dem vorhergehenden auf dem Wachholder aus der Rinde angeschwollener Zweigstücke und der Blattoberhaut, oft in Büscheln als gallertartige *Tremella nostoc* ähnliche goldgelb werdende Körper (*Tremella juniperina L.).* Die Sporidien entwickeln sich im Mai auf den Blättern von Vogelbeer und am Ende desselben Monats erscheinen die Spermogonien. Im Juli und August bei *Aronia rotundifolia* auf sehr kleinen aber zahlreichen, bei Vogelbeer auf grössern bis über ein Zent breiten mehr vereinzelten orangefarbigen Flecken mit Anschwellung auf der Blattunterseite, mit wenigen oder vielen langhalsigen Flaschen vergleichbaren Aezidienfrüchten und weissen, dann bräunlichen, mit der freien Röhre hornartig nach unten gekrümmten seitlich geschlossenen Peridien. *(Aecidium cornutum Pers.)*

Der oranienfarbige Föhrenpilz, Föhrenblasenrost (Krebs, Brand, Raude, Kienzopf), *Aecidium (Peridermium) pini Pers.*

Der vorstehende Rostpilz, in seiner Teleutosporenform noch nicht bekannt, entwickelt sich an Nadeln der gemeinen und der Schwarzföhre und in Rinde, Bast und Holzkörper der gemeinen und der Weymouthsföhre. Je älter der Baum desto seltener an ihm der Nadelrost *(α. acicola).* Auch die aus der Rinde wachsenden Pusteln *(β. corticola)* kommen höchstens an 25jährigem Holze, daher an stärkern Bäumen nur am obern Schaft und in der Krone vor. Doch sagt a. a. O.

Stötzer dass auch ganze Bäume mit Ausnahme der drei letzten Höhetriebe davon befallen sein können. Die Pusteln stehen bald an Quirlen, bald mitten auf deren Zwischengliedern. Die Entwicklung des Föhrenrostes findet je nach Witterung und Pflanzentheil im Mai, Juni oder Juli statt, an der Rinde später als an den Nadeln.

Der Pilz beginnt an den Nadeln mit kleinen länglichen, auf der Rinde mit grössern runden braunen Flecken, worauf sich im erstern Falle breitkegelförmige, im letztern runde sackähnliche öfters fast zenthohe helloranienfarbene Pusteln erheben, die bei der Reife platzen und das reichliche Sporenpulver entlassen.

Vorher schon waren sowohl das Parenchym der ergriffenen Nadeln als der Bast der vom Pilze besetzten Rinde von Pilzfäden durchzogen, welche das in den Zellen enthaltene Stärkemehl in Terpentin umwandeln, vom Bast aus die Markstrahlen und ihre umgebenden Zellen aufzehrend ins Holz gelangen, hier aber höchstens auf eine Tiefe von zehn Zent. Das pilzbesetzte Holz füllt sich mit Harz, welches zumal von den darüber befindlichen Baumtheilen herrührt (Kienzopf). Dünne Axen tränken sich davon rundum bis zum Mark und stärkere nur einseitig oder unter Belassung eines freien Kerns. Das Terpentin dieses Kienholzes fliesst durch die vertrocknete und aufgerissene Rinde theilweise aus und überzieht die Oberfläche der Stelle. An ältern ergriffenen Axen hört die gewöhnlich Jahr um Jahr sich erneuernde Pustelnbildung, welche Jahrzehnte lang bestehen kann, manchmal auf und das Myzel wuchert verborgen in der Rinde fort. Der Axentheil kann aber auch in Folge vollständiger Verkienung absterben, was bei ringsum erfolgter Verharzung längstens nach drei Jahren zu geschehen pflegt. — In den ersten Jahren der Erscheinung sind wenig Folgen der Erkrankung zu bemerken. Die befallenen Nadeln, wenn auch übersponnen von Myzelfäden, leben kräftig 1 bis 1½ Jahre fort. Auch ergriffene Baumtheile zeigen weder Veränderung der Nadelfarbe noch Nachlass des Höhetriebes.

Der Föhrenrost kommt einzeln oder manchmal in grösserer Menge auf gutem, gewöhnlich auf geringem Boden vor. Ebenso stellt er sich zuweilen an frohwüchsigen, häufiger an kümmerlichen Stämmen ein. Gewisse Jahre begünstigen sein Ueberhandnehmen.

Junge Schonungen können von ihm so reichlich besetzt sein dass sie von fern einen gelben Schein zeigen, und müssen dadurch nothleiden. Bäume mit pilzbefallenem und absterbenden Gipfel ersetzen diesen öfters durch einen Ast. Seitliche Krankheit hat starke Exzentrizität des Holzkörpers auf der entgegengesetzten Seite zur Folge. R. Hartig fand schon fünf bis zehn Prozent der Bäume mit Kienzopf behaftet. An diesen siedeln sich gern Föhrenmotte und Bockkäfer an. R. Hartig meint Kienzopf und Föhrenschwamm können grossentheils an der Lichtstellung der ältern Föhrenbestände Schuld sein, was offenbar unrichtig ist.

Gegen den Pilz der Nadeln lässt sich nichts unternehmen. Derjenige an der Rinde lässt sich selbst durch Abschaben der von ihm ergriffenen Stellen an seiner fernern Entwicklung nicht hindern. Insofern aber jeder pilzkranke Baum zum Herde der Verbreitung der Krankheit werden kann, sind die kienzopfkranken Bäume gelegentlich der Durchforstungen herauszuhauen.

Man vergleiche: R. Hartig, Krankheiten der Waldbäume S. 66 und Protokoll der achten Versammlung der Thüringer Forstwirthe, Gotha 1859, S. 20 und 21.

Unter dem Namen „Kiefernkrebs“ beschreibt auch Herr Forstmeister Rettstadt zu Hannover (Kritische Blätter, 52. Bd. I. Heft S. 174) die Verheerungen an der Föhre durch einen bis $^1/_2$ Zent langen hellbräunlichgelben Schlauchpilz, der die Schuppen der Rinde in die Höhe hebt, schliesslich lederbraun wird und seinen braunen Sporeninhalt entlässt. Die dunkeln Pilzschläuche, die aufgehobenen Schuppen und einiger Harzausfluss geben der befallenen Stelle ein trübes schorfiges Ansehen, während der noch nicht entwickelte Krebs lebhafter gefärbt, blasig höckerig aussieht. Dieser Pilz dürfte vorstehender allgemein verbreiteter Föhrenpilz sein. Indessen sagt Herr Forstmeister Rettstadt von ihm, er ergreife die zwei- bis vierjährigen Föhrentriebe, was mit dem vom oranienfarbigen Föhrenpilz Gesagten nicht ganz übereinstimmt. Der Genannte vergleicht

das Abstieben der Pilzsporen mit dem Abfeuern eines Schrotschusses. der die nächsten Gegenstände am dichtesten und die weitern nur in zerstreuten Körnern treffen werde; so dass man begreife dass der Pilz örtlich wie durch Ansteckung verbreitet auftrete, während er als zerstreute Spore in der Entfernung ein geeignetes Keimbett findend, längere Zeit brauche, um auch hier eine Krebsverbreitung zu entwickeln. Eine sehr klare auf alle Staubpilze passende Vergleichung. So wie auch die Folgerung die daraus gezogen wird, dass man nämlich alles erkrankte Holz möglichst frühzeitig zu schlagen habe, die einzig vernünftige und durchführbare ist.

Ein weiterer Brandpilz der Föhrennadeln, welchen wir mit H. Karsten [1] *Uredo conglutinata* nennen, bis seine Stellung im Systeme fester begründet sein wird, findet sich, im Sommer z. B. 1865 [2], in Form zerstreuter kleiner schwarzer Fleckchen, selten weisser Knötchen an den einzeln oder paarweise graubraun gewordenen, häufig alle Gipfel färbenden Nadeln junger, mittelalter und ganz alter Bestände. Der genannte Beobachter sah Blätter und Rinde der Zweige mit haufenförmig zusammenliegenden kleinen gelblichen Pilzzellen überzogen, davon durchzogen aber nur die missfarbigen Blättertheile, den Herd der Krankheit, insbesondere die schwarzen Punkte. Begleitet im Innern war der Pilz von sekundären Schimmelbildungen wie sie von Karsten auch in schüttekranken Nadeln gefunden wurden.

Vorstehend genannter Brandpilz wird nur als Folge vorausgegangenen Leidens der befallenen Pflanzentheile betrachtet. Die Sommerkrankheit der Föhrenbenadelung ist jedoch sowenig als diejenige der Herbst- und Frühlingskrankheit, der Schütte, direkt vom Absterben der die kranken Nadeln tragenden Zweige begleitet, denn man kann, wie Herr Oberförster Oppermann berichtet, zwei Jahre nach einander das gänzliche Befallensein der Benadelung derselben Bäume beobachten.

[1] Botanische Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium in Berlin, I. Heft. 1865. S. 50 mit Abbildungen auf Tafel V bis VIII, übergegangen in Grunerts forstliche Blätter, X. Heft. 1865. S. 152.

[2] Kritische Blätter, 49. Bd. II. Heft S. 96.

Hysterium pinastri Schrad. (Stein in Tharander Jahrbuch, 9. Band. 1853. S. 125, woselbst Abbildungen des Pilzes) ist ein Schlauchpilz (Sporen in schlauchförmigen Zellen reihenweise geordnet) welcher sich in abgestorbenen und daher häufig auch durch die Schütte getödteten, bereits braunen Föhrennadeln findet, diesen durch wellenförmige Querlinien nicht selten ein gegliedertes und durch schwarze Punkte und Strichelchen ein gesprenkeltes Ansehen verleiht, mit einem Netzwerk von Myzelfäden das Nadelparenchym durchzieht, mit seinen Fruchtlagern zwischen die Zellen der Oberhaut sich eindrängt und diese stellenweise auftreibt und sprengt. Weil grüne Föhrennadeln keine Spur des Pilzes, durch Schütte beschädigte Nadeln aber, wie sonst todt zur Erde gefallene Föhrennadeln, ihn erst in vorgeschrittenem Zustande der Zersetzung zeigen, weil er endlich den abgestorbenen Nadeln der verwandten Nadelhölzer wie Schwarzföhre, Seeföhre, Fichte und Wachholder, welche durch Schütte nicht leiden, ebenfalls angehört, kann das *Hysterium pinastri* die Ursache der Schütte nicht sein.

Schizoderma pinastri Fries. [1] Ein den Faden- oder Schimmelpilzen verwandter schmarotzerischer Staubpilz, der sich in kümmerlichen oder durch Witterungsumstände leidenden Föhrenbeständen massenhaft einstellt und zwar, im Gegensatze zu der vorhergehenden Pilzart, schon an der grünen Benadelung. Seine erste Erscheinung auf der letztern ist die weder vertiefter noch erhabener, gelber, bräunlicher und schwärzlicher Flecken von verschiedener Grösse und unregelmässigem Umrisse. Sie verhärten und schwellen mit der Zeit an, so dass die Nadeln dadurch ein etwas knotiges Ansehen bekommen können. Die zwischen den Flecken liegenden grünen Nadelpartien sind anfänglich noch ganz gesund. Sie nehmen aber mit der Zeit gelbliche Farbe an und begünstigen das Zusammenfliessen der Flecken, so dass diese sich zu langen Randstreifen und breiten Gürteln um die Nadeln gestalten können. Inzwischen hat auch ein Myzel das grüne Zellgewebe der Nadel durchwuchert, Ringe um die Spaltöffnungen gebildet und diese vielfach verstopft. Von vegetativer Arbeit des Blattes kann jetzt kaum mehr die Rede sein. Es vertrocknet von der Spitze herein und stirbt ab. Und zwar das eine Mal ehe es zu einer Sporenbildung gekommen, das andere Mal

[1] Willkomm in Tharander Jahrbuch, 12. Bd. 1857. S. 157.

nach Sporenbildung bei noch grünem Blatt, namentlich in Verbindung mit äusseren Verletzungen desselben durch befressende Kerfe. Ueber den Spaltöffnungen wie über den von ihnen freien Flächen des Blatts erscheinen alsdann schwarze Haufen von Sporen die sich mit Leichtigkeit überall hin verbreiten, mittelst Fäden die sich entwickeln in Spaltöffnungen und die grüne Rindehülle anderer gemeiner und auch der Schwarzföhren eindringen und so den Pilz fortpflanzen.

Mit dem Vertrocknen der vom Pilze besetzten Nadeln gehen auch die sie tragenden Zweige zu Grunde. Stark befallene Föhrenbestände bekommen daher das Ansehen eines von Raupen verwüsteten Waldes und leiden darunter nach Verhältniss der verlorenen Nadelmenge.

R. Hartig führt a. a. O. S. 93 auch einen zu Neustadt Eberswalde auf der Lärche hausenden Rostpilz, Lärchennadelrost *Caeoma laricis R. Hart.* an, der sich Ende Mai und Anfangs Juni mit seinen Sporenlagern vorzugsweis auf der Unterseite der Nadeln bemerklich, diese gelblich macht und zum Verschrumpfen bringt. Der Angabe zufolge bisher von beschränktem Vorkommen, vielleicht aber die Veranlassung des bei uns im Süden nicht seltenen allgemeinen Verwelkens und Absterbens der grössern äussern Hälfte der Lärchennadeln im Juni, ohne Beschädigung durch Kerfe.

Der Weidenrost, *Uredo vitellinae De C.* und *Melampsora salicina Lev.*, haust sowohl in seiner Uredinen- als in der Teleutosporenform auf Blättern verschiedener Weiden. Deren Zellgewebe wird im Sommer vom Myzel des Uredo durchzogen und dieses verbreitet sich selbst im Rindegewebe, und auf der Ober- und besonders der Unterseite der Blätter erscheinen gelbe Sporenhäufchen. Im Herbste findet man an ähnlichen Stellen die orangegelben, braunen oder fast schwarzen, sich hauptsächlich erst an den abgefallenen Blättern entwickelnden und im Frühjahr fruktifizirenden Polster. R. Hartig impfte auch diesen Pilz auf gesunde Weidenblätter mit ausnahmlosem Erfolge. Dass Dünenaufforstungen mit *Salix acutifolia Willd.* durch den Pilz zu leiden bekamen darf nicht wundernehmen. Solche Weiden müssen sich wohl in einem krankhaften Zustande befinden, wie auch die durch Frost

leidenden Salengipfel, welche man öfters sich mit dem Roste bedecken sieht.

Ausserdem an Laubhölzern eine Menge Blätterpilze deren ursächlicher oder abgeleiteter Zusammenhang mit dem kranken Gewebe worauf sie sitzen, theilweise von neuem festzustellen sein dürfte.

Auf dem Laube der gemeinen Robinie finden sich schon im Juni eine regelmässige Vertheilung nicht beobachtende braune Flecken welche sich später mit einem weissen schimmelähnlichen Pilze bedecken, und abfallen. Alex. Braun (Ueber einige Krankheiten der Pflanzen. Berlin 1854. Nikolai'sche Buchhandlung. Seite 14) beschreibt ihn unter dem Namen *Septosporium curratum Rabenhorst.*

Als **Blütekrankheiten** werden aufgezählt:

das Taubblühen junger Bäume, wie es bei vielen Holzarten, insbesondere aber im Klima des Niederlandes in auffallendem Masse bei der Lärche beobachtet wird, und alter Bäume, z. B. starker Buchen, sodann einer grossen Anzahl Holzarten in Folge der Befruchtung ungünstiger Witterung, ferner

die Blütenwelke, d. h. aussergewöhnliches Abwelken und Abfallen der Blüten- und Fruchtansätze in Folge ungeeigneter, z. B. zu trockener Witterung.

Nur in Kürze sei hier des **Ablebens** der Bäume Erwähnung gethan.

Wir haben schon oben S. 133 gesehen, dass eine allmähliche Abnahme der Jahresringbreite eine Abnahme der Lebensthätigkeit noch nicht annehmen lässt. Bei schmälsten Ringen kann eine Eiche oder ein Eibenbaum halbe Jahrtausende fortleben und lebenskräftig erscheinen. Erst wenn solche Bäume einzelne Stammestheile verlieren, kann man sie als hinsiechend betrachten. Oft ist alsdann ihr Tod ein fast unmerklicher. In andern Fällen erfolgt er im Laufe weniger Wochen oder Tage, also fast plötzlich, wie nicht selten beim thierischen Organismus. Wir müssen daher verschiedene Fälle unterscheiden.

Vorweg ist klar dass von Tod des Baumes im gewöhnlichen Sinne bei solchen Holzarten nicht die Rede sein kann, welche auch im natür-

lichen Zustande durch Stock- und Wurzelausschläge fortzuwachsen und den durch Alter d. h. Nachlass im Trieb nach dem Gipfel oder durch Unfälle verloren gegangenen Stamm immer wieder zu ersetzen vermögen.

Das Leben des Baumes zieht sich nämlich mit der Zeit mehr und mehr nach den untern äussern Theilen. Erscheinen hier neue oberirdische Achsen, so kann mit Hilfe der alten Wurzel der Baum einen neuen Stamm treiben. Solches mit Aussicht auf ein um so längeres Leben wenn, wie häufig, der neue Stamm allmählich auch ein neues Wurzelsystem schafft.

Wo die nöthige Wiedererzeugung fehlt, kann der Verlauf des Baumlebens sich anders gestalten. Nachdem der Längewuchs aufgehört und der Baum eine Zeit lang hauptsächlich Seitenäste entwickelt hatte, stirbt das Baumesinnere und mit der Zeit auch der Gipfel ab. Die damit Hand in Hand von innen nach der Rinde fortschreitende Fäulniss lässt schliesslich nur noch eine dünne Schicht Splintholz übrig, deren Saftleitung immer schwieriger werden muss. Eine physiologische Nothwendigkeit dass in diesem Zustand der Baum mit einem gewissen Alter absterbe ist aber auch hier nicht abzusehen. Er kann möglicherweise einigen Partieen seines Umfangs das Leben entziehen, die andern mehr ausbilden und solches modifizirt Jahrhunderte lang fortsetzen, bis vielleicht endlich einmal der Sturm den Schaft abbricht, oder die unvollkommen ernährten Zweige sammt dem neuesten Holzringe dem Frost erliegen, die Kernfäule die dünne Splintschicht ansteckt, ein dürrer Sommer sie austrocknet oder eine sonstige Kalamität dazutritt, welche natürlich den mangelhaften Organismus leichter zu Grunde richtet als einen andern. Immerhin scheint uns hier die Todesursache mehr ausserhalb als im Baume zu liegen und in ihm nur insofern er nicht die nöthige Reproduktionskraft zeigt, um sein Leben als Ausschlag oder dergleichen fortzusetzen.

XVIII. Geographische und topographische Vertheilung der Waldbäume.

Die geographische wie die topographische **Verbreitung** der Holzarten über das uns näher berührende europäische Ländergebiet hängt natürlich von den klimatischen Zuständen der Landstriche gegenüber den Anforderungen ab, welche in Bezug auf Klima die einzelnen Holzarten an ihren Standort machen.

Das Mass von Wärme, welches sie beanspruchen, weicht namhaft ab. Um ihre Blüte zu entwickeln bedürfen Hasel, Seidelbast, Sale und Erle einer Frühlingstemperatur bei welcher ihre Blätter, sowie die Blüten anderer Bäume, noch ruhig verharren. Bei gesteigerter Wärme entwickeln sich die Blüte der Kornelkirsche und Blüte und Belaubung von Birke, auch Lärche, später Belaubung und Blüte der Buche und Haine, und noch später die Blätter und Blüten der Eiche. Esche und Robinie pflegen bei uns die letzten im Austreiben ihrer Belaubung zu sein.

Dieser gewöhnliche Gang der Entwicklung wird aber zeitlich und örtlich verändert.

Einmal durch Vor- oder Rückwärtsverschiebung der Wärmewiederkehr im Frühjahre.

Sodann in Folge abweichenden Verlaufes der Temperatur, wofür wir oben S. 37 Beispiele anführten.

Von besonderer Wichtigkeit sind Dauer und Höhe der Temperatur während der Vegetationsperiode, beide sowohl für den Abschluss der Laub- und Holzbildung, als hinsichtlich der Ausbildung der Früchte. Mehrere Holzarten, wie z. B. Eiche und Edelkastanie, Feigenbaum, Pinie, Zypresse bedürfen

eines langen wenn auch nur mässig warmen Sommers, um ihre Schosse und Früchte vollständig auszureifen. Wogegen andere bei gleicher Länge des Sommers auch hohe Temperatur in Anspruch nehmen. So die Rebe und der Olivenbaum.

Ebenso bedeutsam für andere die in der Temperatur vorkommenden Extreme. Olivenbaum, französische Tamariske, Seeföhre gehen bei uns im ersten Winter, oder im ersten kalten Winter zu Grund.

Nicht minder nachtheilig können rasche Wechsel des Klimas einer Gegend von niedriger Winter-, zu milder Frühlingstemperatur (rasches Aufthauen) sein. Beispiele häufig an Stechpalme und Besenpfrieme.

Endlich sind sowohl Frühlings- als Herbstfröste, wie sie viele Gegenden heimsuchen, ein Hinderniss für das Fortkommen gewisser Holzarten, wie z. B. der Buche, Tanne. Kleinere Holzgewächse entgehen den Unbilden von Frösten leichter im Schutze beschirmender Bäume.

Aber nicht blos der Temperaturzustand der die oberirdischen Theile der Pflanzen umgebenden Luft ist von massgebendem Einfluss auf der erstern Wohl und Wehe, sondern auch derjenige des Bodens, worin die ohnedies gegen Frost besonders empfindlichen Wurzeln wuchern, wird unter Umständen für das Bestehen der Holzarten entscheidend.

Grosse Sommertrockenheit, insbesondere des Bodens, kann in wenigen Jahren eine verbreitete Holzart wie z. B. die Erle ausrotten. Auch nicht am Wasser wachsende Holzarten wie z. B. die Seeföhre können einen Grad von Luftfeuchtigkeit verlangen, der ihnen ein trockenwarmes Klima für die Dauer unerspriesslich macht.

Andererseits ist anhaltende Luftfeuchtigkeit für einzelne Holzarten ein Hinderniss des Gedeihens.

Genügende Winterschneedecke schützt manche Kleinsträucher, auch eine Menge niederer Krautgewächse gegen die Kälteextreme des Winters, kann dagegen unter Umständen in Verbindung mit Eisbildung (Eis- und Duftbruch) die ganze Baumvegetation unmöglich machen (S. 352).

Endlich vermag geringere Widerstandskraft gegen Stürme, insbesondere in meeresnahen und in Gebirgsgegenden die eine Holzart gegenüber einer andern minder gefährdeten auszuschliessen.

Geben uns die vorstehenden Betrachtungen über viele Erscheinungen und Vorkommnisse der Holzarten Aufschluss, so fehlt uns doch noch der Schlüssel zu einer Menge hölzergeographischer Thatsachen. Es darf uns das nicht Wunder nehmen, weil die Bäume Jahr aus Jahr ein der grossen Zahl ineinander greifender äusserer Unbilden ausgesetzt sind, die es oft nicht leicht ist in ihren Erscheinungen zu entwirren. Sicher wäre es zu letzterem Behufe von Nutzen die Uebereinstimmung der klimatischen Bedürfnisse unserer Forstbäume und der sie begleitenden Kleinsträucher, Stauden und niedern Gewächse besser zu kennen als bisher, um bei Aufforstungen aus deren Vorkommen auf das muthmassliche Gedeihen von Holzarten zu schliessen, welche in der betreffenden Gegend noch nicht zu Hause sind. Als solche Karakterpflanzen dürften wir natürlich nur solche wählen, die nicht an den Schatten des Waldes oder an grossen im Wald aufgehäuften Humusvorrath gebunden sind. Dass man die Wahl unter vielen derselben haben werde ist nicht wahrscheinlich. Denn es hält im Allgemeinen schwer auch nur wenige Gewächse zu finden welche in Bezug auf ihre Anforderungen an die Umgebung sich ganz gleich verhalten. Einige Andeutungen im vorstehenden Sinne wollen wir gelegentlich der einzelnen Zonen und Regionen von Waldbäumen machen.

Bekanntlich hat man nämlich die Holzgewächse wie die Pflanzen überhaupt auf Grund ihres geographischen Zusammenvorkommens in eine Anzahl Zonen getheilt, welche wir nachfolgend aufzählen.

Die arktische oder Polarzone umfasst die Vegetation der innerhalb des Polarkreises liegenden Länderstriche, bindet sich aber keineswegs streng an den Breitegrad, bald diesseits bald jenseits desselben zurückbleibend. Wir können sie auch das nordische waldlose Gebiet nennen, weil in ihr

von einem zusammenhängenden Vorkommen von Bäumen nicht mehr die Rede ist.

Der Boden dieser Zone pflegt, mit vorübergehender Ausnahme einer dünnen Oberfläche, das Jahr über gefroren zu sein, so dass selbst das im Sommer durch Schnee- oder Eisschmelzen entstandene Wasser nicht in die Tiefe dringen kann und die Oberfläche des Bodens in der Ebene nahezu auf 0° stehen bleibt. Nur Erhabenheiten, insbesondere felsiger Natur, sind im Stand eine höhere Temperatur anzunehmen.

Die Luft im Polarzirkel ist so niedrig temperirt, dabei feucht und Dunstausscheidungen unterworfen, dass in ihr ohne Beihülfe der Bodenwärme kaum ein Pflanzen- insbesondere ein Leben von Holzgewächsen denkbar wäre.

Die Folge des Zusammenwirkens dieser ungünstigen Umstände ist eine sparsame und äusserst kümmerliche Holzvegetation, welche weder mit der Wurzel in die eisige Tiefe dringen noch nach oben einen Stamm zu entwickeln vermag. Daher die nur seichte Ausbreitung des stark entwickelten Wurzelsystemes. Ebenso aber auch die geringe Höheentfaltung der Holzgewächse. Die Polarweide kriecht mit ihrem verzweigten Stamm unterirdisch hin. Von ihm erheben sich zweiblätterige Schösschen kaum über den Boden oder den ihn bedeckenden Flechtenteppich. *Vaccinium uliginosum L.* und *vitis idaea L.* erreichen nur Zollhöhe. Selbst Zwergbirke wird nur handhoch. *Salix Brayi Ledeb.* dagegen verzweigt sich bei Spannenhöhe zum sperrigen Kleinstrauch.

Das Vorkommen von Vaccinien, gemeiner Heide- und einer Alpenrose, sämmtlich immergrünen Sträuchern, bringt Griesebach damit in Zusammenhang, dass ihr überwinterndes Laub, ohne durch Frühlingsentwicklung aufgehalten zu sein, den kurzen Sommer vollständig zu Nutzen machen kann. Indessen lässt sich mit dieser Betrachtung doch nicht viel anfangen, weil die Zahl der immergrünen Sträucher auffallend nach Süden zunimmt.

Es sind der Holzgewächse im Polargürtel weniger als im entsprechenden Alpengürtel. Die Unmöglichkeit des Eindringens ihrer Wurzeln in den eisigen Grund macht eine reichere Strauchvegetation, und mangelnde Tiefbewurzelung, sowie nie-

drigere Lufttemperatur, die Erhebung von Stämmchen in die Luft unmöglich. Die Sträucher legen sich am Boden hin. Ob die Nothwendigkeit einer geraumen Zeit zu Ausreifung der Holzringe, sowie Fröste verschiedener Jahreszeiten, der Holzvegetation wie in den Alpen Eintrag thun, wird die anatomische Untersuchung hochnordischer Stämmchen lehren. Begreiflich ist dass eine so spärliche Baumwelt dem Boden äusserst wenig humose Theile hinterlässt.

Schliesslich bemerken wir noch zu den Holzgewächsen der Polarzone, dass sie sich dem nachfolgenden Waldgürtel nähernd auch etwas mehr entwickeln und hier z. B. die Zwergbirke einen stattlichen Strauch bildet, dass aber blos in günstigern Strichen der Polarzone, z. B. im südlichen Theil Islands mit seinem Lavaboden oder an der Behringsstrasse vermöge des dort herrschenden Golfstroms sich mannshohe Gebüsche der gemeinen, der Zwergbirke, der *Alnus incana* und längs die sonstige Rauhheit des Klimas im Spätjahr mildernder Ströme auch höhere Weiden und *Alnus fruticosa* und *incana* vorkommen.

Bezeichnend für den arktischen Gürtel ist ferner die selbst in den lichtarmen Niederungen durch Farbenreichthum und Grösse der Blüten ausgezeichnete kurzstengelige, klein- und rosettenblätterige oft rasenförmige Vegetation der Stauden. Auch sie haben theilweis überwinternde Blätter, welche nicht abgestossen werden, sondern am Stengel verwittern. Hieher Arten aus den Gattungen *Silene, Cerastium, Arenaria, Saxifraga, Draba, Arabis* u. s. w., welche, verglichen mit den europäischen Gebirgspflanzen, der Flora der Schneegrenze oder einer noch höhern beigezählt werden müssen.

Besonders karakteristisch aber sind die ausgedehnten nordischen Moos- und Flechtenstriche, „Tundren“. Die trocknern mit kurzem *Polytrichum, Cetraria*, *Cladonia* und *Evernia,* die feuchtern mit *Sphagnum,* einigen Gramineen, *Juncus* und Riedgräsern *(Carex)* bewachsen. Diese Pflanzenwelt ist bei der niedrigen Temperatur und der Luft- und Bodenfeuchtigkeit die sie beansprucht, ganz dazu geeignet wie in unsern Wäldern

oft im Januar und Februar mit dem Wegschmelzen des Schnees und selbst bei gefrornem Boden sich zu entwickeln. Wenn aber auch grosse Flächen damit überzogen sind, bilden sich doch bei der Spärlichkeit des Pflanzenlebens nie wie bei uns tiefe Mooslager aus.

Die Zone der Holzarten des mitteleuropäischen Wäldergebiets nimmt einen so breiten Erdgürtel ein dass Zahl und Art der Hölzer, wie der Gewächse im Allgemeinen. an ihrer Nordgrenze sehr abweichen von denjenigen an der mittäglichen Grenze, wir sie desshalb auch in Unterabtheilungen bringen müssen.

In ihrem „nördlichen Theile“ herrscht niedrige Temperatur. Mittlere Jahreswärme grösstentheils unter 0°. Daher die Vegetation auf den kurzen Sommer angewiesen. Dieser z. B. in Lappland nur von dreimonatlicher Dauer, in seiner Wirkung jedoch etwas gestärkt durch die gegen den Pol hin erhöhte Tageslänge, welche nebenbei auch den Lichtreiz vermehrt.

Ausserdem lässt die Tiefe der nicht selten auf 30 und mehr unter 0° herabsinkenden Wintertemperatur in den höhern Breiten des mitteleuropäischen Wäldergebietes, in deren Folge der Boden nicht allein, sondern auch der Holzkörper der Bäume eisenhart gefroren ist und letzterer unter lautem Knall aufreisst, nur wenige besonders winterharte Holzarten zu. Nirgends mehr als hier verdient die Winterpause der Vegetation die Bezeichnung eines Winterschlafes. Ja es belaubt sich z. B. Lärche, und treibt Polarweide unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen ihre Kätzchen bereits zu einer Zeit aus, wo die mittlere Tagestemperatur noch tief unter 0 steht und Holz und Wurzel noch von Eis starren.

Der Wechsel der Temperatur scheint sich im europäischen Norden allmählicher zu vollziehen als im Süden. So im Herbste, wo der Golfstrom zwar vielen Duft bringt, welchen Fichte und Föhre aushalten, aber ohne plötzlich fallende grosse Schneemassen oder gar Eisdruck [1]. Auch fehlt daher im nördlichern

[1] v. Berg, Tharander Jahrb. 11. S. 15.

Wäldergebiete die Krummholzregion. Ob der daselbst vorkommende Zwergwachholder als eine Folge der die Krummholzvegetation in den Gebirgen bedingenden klimatischen Zustände südlicherer Zonen zu betrachten sei, dürfte näher festzustellen sein. Nach Schübeler kommt er, den Boden teppichähnlich überkleidend, nur auf den Meeresklippen vor und hat im Innern Norwegens für uns überraschenden Länge- und auch Stärkewuchs. Der krüppelhafte (Zwerg-) Wachholder *(Juniperus nana)* der skandinavischen Gebirge wäre vielleicht zugleich Folge ungünstiger klimatischer und der Verhältnisse des Bodens. Für diese Auffassung spricht dass Schübeler[1] als eine Seltenheit eine in der Nähe der Seestadt Horten, also im norwegischen Süden stehende Fichte von der Form jener kandelaberähnlichen Bäume beschreibt und abbildet, welche man an der Baumgrenze im Gebirge häufig findet.

Ebenso ist der Uebergang vom Winter zum Sommer ein allmählicherer als bei uns und weit weniger durch so verhängnissvolle Frostnächte bezeichnet als weiter nach dem Süden. Sind auch dem Skandinavier zwischen 12. und 14. Mai und zwischen 19. und 21. August eintretende Frostnächte unter dem Namen der Eisennächte[2] bekannt, so sind doch Häufigkeit und Intensität unserer Nachtfröste dort nicht zu beobachten, indem man von der Blütezeit des Apfelbaums gegen Ende Mai bis Sommersschluss im letzten Drittheil August vor Nachtfrösten sicher ist, zum grossen Unterschied vom entsprechenden südlichen Gebirgsklima.

Der Golfstrom bringt nothwendig nach dem europäischen Norden viele Dunstfeuchtigkeit und undurchsichtige Luft. Daher der Mangel der der Nebelluft ausweichenden Lärche in Skandinavien und ihr Gedeihen im kontinentalen luftklareren Sibirien.

[1] Die Kulturpflanzen Norwegens, 1862. S. 62. Taf. XV.

[2] Schübeler, Ueber die geographische Verbreitung der Obstbäume und beerentragenden Gesträuche in Norwegen, 1857. S. 7. und Die Kulturpflanzen Norwegens, 1862. S. 34. An letztangeführter Stelle lässt er überraschender Weise die südwestlichen Küstengegenden gegen die genannten Frühjahrsfröste geschützt sein.

Die Regenzeit des nördlichen Wäldergebiets fällt in den Sommer. Es fehlt daher bei beständigem Wechsel mit Sonnenschein nicht an den nöthigen Faktoren einer gedeihlichen Entwicklung der kleinen Zahl vorhandener Baumarten, so dass die meeresnahen und gebirgigen Striche Norwegens sich in der Waldvegetation vor dem Binnenlande nicht auszeichnen.

Auch die Stürme scheinen im nördlichen Wäldergürtel die Entwicklung nicht zu erreichen die sie im mittäglicheren Europa so bedrohlich für die Existenz des Waldes werden lässt. Daher das mit der Föhre gesellige hochstämmige Erwachsen [1] der Fichte selbst auf den Inseln und an den erdelosen ozeanischen Felswänden Norwegens, sofern ihnen letztere nur Raum zu Befestigung ihrer Wurzeln gewähren.

Der Wuchs der nordischen Hölzer im Allgemeinen zeigt einige Eigenthümlichkeiten. Schon oben S. 176 führten wir den auffallend schlanken Wuchs von Föhren und Fichten an. Die ähnliche Form schildert Schübeler beim gemeinen Wachholder. Und Middendorf [2] sah im sibirischen Polarkreise die Lärche ohne Beeinträchtigung des Höhewuchses immer dünnere und weniger als 2^{mm} breite Jahresringe annehmen. Nur die Arve blieb bei schwachem Dickewachsthum auch kurz [wie in den Alpen]. Sodann fand Griesebach [3] in Norwegen die Blätter der meisten Laubhölzer, besonders von Traubenkirsche, Hasel und Aspe, grösser als bei unsern Bäumen, und ähnliche Beobachtungen machte nach Demselben Martins an Küchengewächsen in Lappland.

Dass die Natur mittelst Vergrösserung der Blätterfläche den kurzen nordischen Sommer besser auszunützen suche, wie Griesebach anführt, scheint uns vorläufig problematisch. Sagt er doch selbst an einem andern Ort in Bezug auf hochnordische Gewächse (S. 48): je kleiner die Blätter sind desto rascher treten sie leistungsfähig aus der Knospe hervor und je weniger organischer Nährstoff zum Auswachsen der Organe nöthig ist, in desto kürzerer Zeit kann das bereits thätige Laub ihn bereiten.

[1] Griesebach, Vegetation der Erde, S. 137. und Schübeler, Kulturpflanzen Norwegens, S. 60.

[2] Griesebach, Vegetation der Erde, S. 133.

[3] A. a. O. S. 119.

v. Berg[1] schildert die Föhren- und Birkenwälder der nordischen Zone als nie so licht, den darunter befindlichen Boden als nie so verwildert, wie bei uns.

Als weitere Besonderheit des nördlichen Theils der Wälderzone betrachtet man ferner das Vorwiegen der Nadelhölzer. Es ist aber kaum möglich dieses in Bezug auf die Zahl der Holzarten, wie hinsichtlich der hier nicht entscheidenden Masse des Auftretens nachzuweisen.

In Wirklichkeit dreht sich die nordische Nadelholzflora um vier bis fünf Arten, nämlich Föhre, Lärche, Fichte, Arve und Wachholder. Ihnen stehen Birke, Weisserle, Aspe, Traubenkirsche, Vogelbeer und eine grosse Anzahl sommergrüner Laubsträucher zur Seite. Offenbar sprangen den Beobachtern im Norden die Nadelhölzer nur desshalb vorzugsweis in die Augen, weil sie zufällig, aus bekannten Gründen, wälderbildend auftreten.

Ebensowenig lässt sich mit den Momenten anfangen mit denen die grössere Unempfindlichkeit der Nadelhölzer gegen die Rauhheit des Klima erklärt werden soll. Sie widersprechen sich theilweise selbst. In der That sind es vermuthlich weder die Nadelform der Blätter der Koniferen, die weniger Gewebszerrungen zulässt (Gegensatz Lärche), noch bessere Knospendecken der nordischen Nadelbäume (ebenbürtig Schwarzföhre), noch klebriger Ueberzug der Knospen (Fichtenknospen, Vogelbeerknospen sind nicht klebrig; überdiess liegt die Gefahr für die Hölzer nicht in der Zeit wo die Knospen geschlossen, sondern wo dieselben geöffnet und entfaltet sind). Noch weniger vermögen uns Betrachtungen über Gewebespannung zum Verständniss der klimatischen Widerstandsfähigkeit der nordischen Nadelhölzer und überhaupt nordischen Bäume, den südlichen gegenüber, zu verhelfen. Deren Nadeln, deren Holz erfriert, wo Nadeln und Holz der nordischen nicht erfrieren. Endlich scheint uns die Ansicht nur theilweise richtig dass die wintergrünen Nadelbäume zu Bemessung der Vegetationsdauer nicht geeignet seien, weil an ihnen im Frühling alle überwinterten Blätter schon in Thätigkeit getreten sein können, ehe der Blätternachwuchs ausgebildet, und der Thätigkeitsabschluss im Herbste nicht ordentlich durch Nadelabfall begrenzt ist. Der Beginn und der Abschluss der vegetativen Arbeit des Baumes dürften sich noch besser als durch Blätteraustrieb und etwas schwankenden Abfall, durch Beginn und Abschluss des Jahresholzrings, also Lösbarkeit und Festaufsitzen der Rinde ermessen lassen.

Den kältern Strich der winterharten europäischen Hölzer bezeichnen gemeine Birke *(B. pubescens Ehrh.)*, Föhre und

[1] Tharander Jahrbuch, 11. Bd. 1855. S. 59. und 13. Bd. 1859. S. 86.

Fichte. Beide erstern die klimatisch unempfindlichsten und unter den gegebenen Verhältnissen von stärkern Dimensionen und ein höheres Alter erreichend als in den mittäglicheren Ländern Europas. Mit ihnen, jedoch im Innern des Kontinents (Sibirien), auch die Lärche wetteifernd. Die drei Holzarten meist bis fast an ihre Grenze noch von ansehnlichen Abmassen, wenn auch zwerghaft, wo besonders ungünstige Umstände an der Grenze zusammenwirken (Kaafiord). Ein stetiges Abnehmen ihrer Stammeshöhe gegen die nordische Wäldergrenze ist so wenig nachweisbar als ein solches überhaupt vom Aequator nach den beiden Polen hin. Die Fichte, und in Sibirien die der Lärche klimatisch analoge Arve, hinter Birke und Föhre etwas zurückbleibend.

Allgemein verbreitet und früchtereifend zeigen sich hier ferner Aspe von namhaften Dimensionen, Grauerle, Traubenkirsche, Vogelbeer und selbst der Apfelbaum, in den mildern feuchten Landestheilen auch Esche und gemeine Erle.

An Straucharten welche diese Bäume begleiten sind anzuführen *Andromeda polifolia L., Arbutus alpina L., Betula nana L., Empetrum nigrum L., Myrica gale L.,* Pulverholz, *Rosa canina L., cinnamomea L., Rubus arcticus L., chamaemorus L., idaeus L., Vaccinium myrtillus L., oxycoccos L., uliginosum L., idaea L.* Als Bodenüberzug auch im Walde häufig nach v. Berg: *Angelica sylvestris L.,* mannshohe *Arundo epigejos L., Asperula odorata L., Bromus pinnatus L., Euphrasia officinalis L., Fragaria vesca L., Galeopsis tetrahit L., Geranium sylvaticum L., Gnaphalium montanum Willd., sylvaticum L., Hieracium auricula L., murorum L., pilosella L., umbellatum L., Lotus corniculatus L., Oxalis acetosella L., Plantago media L., Rumex acetosella L., Senecio jacobaea L., vulgaris L., sylvaticus L., Trientalis europaea L., Tussilago farfara L., Vicia sylvatica L.* An Farnkräutern etc. *Polypodium vulgare L., Equisetum sylvaticum L., hiemale L., Lycopodium selago L., complanatum L.* und *clavatum L.*, endlich *Lichen islandicus L.* In der Hauptsache demnach dieselbe Kleinflor die wir in der deutschen Buchen- und Fichtenzone besitzen. Als karakteristische Klein-

sträucher unter denselben werden wir wohl im Freien wenigstens handhoch werdende gemeine Heide- und Beerkräuter *(Vaccinia)* betrachten dürfen. Für Lärche und Arve im innern Kontinente wäre unter den Pflanzen der sibirischen Flora noch eine Wahl zu treffen, etwa von *Potentilla fruticosa L.,* welche freilich in Schweden und England nur südlichere Striche bewohnt.

Den „mildern Strich“ der Zone winterharter Hölzer bilden Eiche, Buche und Edelkastanie in der hier beobachteten Folge der Aufzählung. In der Entfernung ihrer Nordgrenzen überhaupt stark wechselnd ändern sie ihre relative Zonenlage besonders stark gegen das Innere des europäisch-asiatischen Kontinentes. Gemeinschaftlich ist ihnen und der bereits aufgezählten Esche ein mehr oder weniger starkes Fallen ihrer Nordgrenze gegen Osten. Dieses Südlichzurücktreten vor dem Innern Russlands lässt sich theilweise durch den kürzern kontinalen Sommer erklären. Er erlaubt das Ausreifen der Holztriebe und das Reifen der Früchte der drei genannten Holzarten nicht vollständig wie unter gleicher Breite der westlichere europäische Sommer, dessen Länge und Wärme noch unter dem Einflusse des atlantischen Ozeans steht, also gleichsam ein erweitertes Litoralklima bildet. Wir werden jedoch auch die gegen Osten zunehmende strengere Winterkälte in die Wagschale legen müssen. Besonders kalte oder ungünstige Winter sind es welche in Europa die von der menschlichen Kultur gegen Norden verrückten natürlichen Grenzen der Baumarten mit einem Schlage wieder herzustellen pflegen (Erlebnisse mit der Edelkastanie). Sie können gegen Osten ein ständiges Hinderniss bilden, zumal nach nasskühlen oder trockenheissen Sommern. Dazu sich gesellend die häufigen verderblichen Frühjahrs- und Sommerfröste des dunst- und regenarmen Kontinentalhimmels, welche Blüte und Belaubung tödten, einen Wiederansatz der Blätter im Sommer unmöglich machen oder, was nachgewachsen, unreif zur Beute des frühen Winters werden lassen. Mit dieser Erklärung des südlichen Zurückweichens vom Parallelkreise auf dem Wege zum euro-

päisch-asiatischen Osten bei den in Rede stehenden und andern Holzarten stimmen das Verhalten der Buche an der Grenze der russischen Steppen betreffende Nachrichten überein, welche wir der Güte des Herrn Professors Schafranow zu St. Petersburg verdanken. Das Aussehen der die Vegetationsgrenze bildenden Baumindividuen einer Holzart würde dem der aus den hinterlassenen Spuren der störenden Elemente Schlüsse zu machen versteht, ohne Zweifel unschwer Klarheit über die Momente verschaffen welche derselben ihr Ziel gegen Norden oder besser gesagt Nordosten stecken.

Im mitternächtlichen Theile der Eichenzone findet sich nur die Stieleiche in Gesellschaft der kleinblätterigen Linde. Südlicher erst (Dänemark, Göthaland) erscheint die Traubeneiche mit grossblätteriger Linde.

Die Nordgrenze der Eiche halten ebenfalls ein Spitzahorn. gemeine Erle, Birn- und Kirschbaum, so wie die durch die ganze Zone der Holzarten gemässigten Klimas so häufige Traubenkirsche und Vogelbeere. Erstere entfaltet sich hier mit auffallend starken, letztere mit starken Abmassen.

Ausserdem beginnen mit dem Gedeihen der Eiche eine grosse Anzahl meist durch das ganze fernere gemässigte Gebiet verbreiteter Straucharten. So Berberitze, gemeine Hasel. Glockenheide, Hartriegel, Weissdorn, Epheu, *Ledum palustre L., Lonicera xylosteum L., periclymenum L., Myrica gale L., Ononis spinosa L.,* Schwarzdorn, Kreuzdorn, *Rosa rubiginosa L., villosa L., Salix amygdalina L., cinerea L., fragilis L., Taxus baccata L., Viburnum lantana L., opulus L., Viscum album L.* Als Karakterstrauch dürfen wir das gemeine Pfaffenhütchen, *Evonymus europaeus L.* betrachten, dessen Nordgrenze [1] recht erträglich mit derjenigen der Eiche zusammenfällt. An Kleinsträuchern und Stauden wären wohl noch einige bezeichnende ausfindig zu machen.

Im Vereine mit der Buche, welche eine Sommerdauer von fünf Monaten verlangt, treten auf Haine, Mehlbaum, Elsebeer

[1] A. de Candolle, géographie botanique, I. Pl. 1.

und Tanne. Letztere als Winterkälte, Fröste und Dürre fürchtende Holzart ebenfalls gegen Osten sich südlich senkend.

Man betrachtet die grosse Flächen im Buchenklima überziehende gemeine Heide in Verbindung mit der Glockenheide *(tetralix)* als ein karakteristisches Gewächs der Buchenzone. Wohl nicht ganz mit Recht. Denn die gemeine Heide geht auf dem Kontinent und in Schottland nördlich weit über die Buchengrenze hinaus und bewohnt weite Strecken von Sand und Torf, wo die Buche klimatisch nicht aushielte. Allerdings verlangt sie im Allgemeinen eine gewisse Feuchtigkeit der Atmosphäre. Aber sie erträgt auch vorübergehend Monate lang dauernde Trockenheiten, wie sie in den Litoralsteppen auf Sand- und Torfland häufig vorkommen. Daher ihr häufiges aber wesentliche Lücken zeigendes Zusammengehen mit der Buche. Die Föhre hat eine der der Heide analoge Eigenschaft, nämlich auf manchen strengen Thonböden welche vom Herbste bis zum Frühjahr von Wasser strotzen und desshalb sich für Fichte zu eignen scheinen, besser als diese zu gedeihen, weil sie die Sommertrockenheit des undurchlassenden Thonbodens besser erträgt.

Im sommertrocknern und zur Winterszeit mässigkalten Theile der Zone (Südosten Frankreichs und Ungarn) gesellt sich zur Buche die Zerreiche, auch einige weitere Sträucher, *Corylus colurna L.*, *Cytisus*, die an die russischen Steppen erinnern. Zugleich nimmt die Föhre sehr ab oder verschwindet ganz. Jedenfalls tritt solches ein im folgenden mildesten Theile der Zone, nämlich demjenigen welchem sich als wesentlicher Bestandtheil die Edelkastanie beimischt.

Dieser „wärmste“ und wintermildeste die Edelkastanie umfangende Theil der Zone bringt noch zahlreiche andere Baumarten wie *Acer monspessulanum L.*, *opulifolium Vill.*, *tataricum L.*, *Prunus cerasus L.*, die behaarte Traubeneiche, gemeine Syringe, *Tilia alba L.*, Sperberbaum und Pimpernuss mit sich. In ihr findet man die hohe Bäume ersteigende wilde Weinrebe. Deutschland wird davon nur an seiner Südgrenze berührt und in Tyrol von Italien und am Rheine von Frankreich getrennt.

W a r m e Z o n e oder Verbreitungsgebiet der südeuropäischen Wälder mit immergrünen Eichen, Olive und Pinie.

Das Klima dieses Areals wozu wir die Ebenen Spaniens, Südfrankreichs, Italiens, Oesterreichs, Griechenlands zu rechnen

haben, hat, gegenüber der vorhergehenden Zone, im Sommer wesentlich höhere, im Winter aber noch auffallend mildere Temperatur. Darum dauert hier die Vegetation von *Gramineen*, z. B. dem Wintergetreide den ganzen Winter über fort. Tritt namhaftere Kälte ein, so entbehren die Gewächse oder wenigstens ihre Wurzeln unserer so heilsamen Schneedecke. Erfrieren von Bäumen im Winter ist daher häufig, nur tritt es bei anderen Baumarten auf als bei uns. Frühjahrsfröste und selbst Sommer- und Herbstfröste bei dem klaren Himmel sehr häufig. Ueberhaupt starke Temperaturschwankungen ausser in unmittelbarem Bereiche des Meeres. Manche Gegenden durch kalte Gebirgswinde heimgesucht. Zwischen Avignon und Orange [1] sieht man die Zypressen von dem so häufigen stürmischen Mistral bogenförmig nach Südost gekrümmt. Frühling noch durch Regen gesegnet, aber Sommer regenlos. Dessen erschlaffender Einfluss auf die Pflanzenwelt verstärkt durch vielfach dürren Boden und trockene Winde. Die schutzlosen Baumkronen oft davon versengt. Während der Sommerdürre Stillestand und früher Abschluss des Baumlebens oder die nachtheilige Wiederbelebung in Folge von Herbstregen. Also das Pflanzenleben hauptsächlich auf den Frühling beschränkt und daher kurz. In letztere Jahreszeit auch die Blüte der meisten Gewächse fallend.

Die südeuropäischen Bäume treiben der Mehrzahl nach ihre junge Belaubung im Januar aus. Merkwürdiger Weise verschieben solche die dem nordischern Klima gemeinsamen Bäume wie Eiche, Linde, Esche, Ulme, Buche, Robinie bis zum April. [2]

Hugo Mohl (Botanische Zeitung, 6. Jahrgang. 1848. S. 8) fand im Jahr 1847 zu Rom die Blätter von Feige, *Juglans*, *Robinia pseudoacacia*, *Sophora japonica* und Weinrebe Mitte Oktobers, bei einer Witterung wie bei uns im Juni bereits herbstlich gefärbt, grossentheils abgeworfen und nur an schattigen und feuchten Plätzen noch frisch und grün. In Verbindung mit seiner weitern Wahrnehmung dass zu Rom die Zweigspitzen

[1] Griesebach, Vegetation der Erde, I. S. 251.

[2] A. a. O. S. 273.

von *Robinia pseudoacacia*, *Gleditschia*, *Sophora japonica*, *Catalpa*, *Melia azedarach*, *Morus papyrifera*, *alba*, *Salix babylonica* und *Vitis vinifera* im Spätjahr abgestossen werden, wie bei uns diejenigen von Linden [?], Ulmen [?], *Ailanthus*, Platane, *Rhus*, *Corylus avellana [?]*, wird daraus geschlossen werden dürfen dass die Baumvegetation zu Rom in Folge der Sommerdürre so früh aufhören kann als bei uns, aber auch im Spätherbst wiederbeginnen und in diesem Falle, wie bei uns nach ungünstigen Sommern, im folgenden Winter die Zweigspitzen einbüssen.

Ein grosser Theil der bei uns heimischen Bäume hält das geschilderte Klima nicht aus und muss sich daher, wenn von ihm überhaupt noch die Rede ist, in die kühlern Gebirge zurückziehen. So Buche, unsere Erlen, Ahorne, viele Pyrusarten, Tanne, Fichte, gemeine Föhre und Lärche. An ihre Stelle tritt eine grosse Anzahl anderer Arten.

Unsere Eiche kommt noch, soweit sie die nöthige Feuchtigkeit antrifft, in veränderten Formen vor. Wo die Sommertrockenheit herrscht, halten nur immergrüne Eichen wie Stechpalmen-, Kermes-, Kork- und andere Eichen, auch Zürgelbaum, Erdbeerstrauch u. drgl. aus. Die Stechpalmeneiche bildet herrschende, weil dicht geschlossene dunkle Bestände (Monte nero bei Livorno). Die andern, überhaupt die Mehrzahl der südlichen Laubhölzer, pflegen einen zusammenhängenden geschlossenen Wald nicht zu bilden. Statt der gemeinen Erle erscheint *Alnus cordifolia Ten.* Die Olivengehölze ahmen unsere Weidenkopfhölzer nach. Im europäischen Theile der Zone sind *Ceratonia siliqua,* Feigenbaum, Mandelbaum, Granate, im afrikanischen auch noch *Ficus sycomorus L.* und Dattelpalme verbreitet.

Ausgedehnte geschlossene Wälder bilden Seeföhre, Lärchenföhre und Aleppoföhre. Vereinzelt oder in Gruppen stehen Pinie und Zypresse.

Es beruht auf Irrthum wenn Griesebach (Vegetation der Erde, I. S. 330) die Seltenheit geschlossenen Waldes im südlichen Europa der Unmöglichkeit einer vollständigen Ausbildung der Holzringe wegen der kurzen Vegetationsperiode zuschreibt. Man findet dort, eben an immergrünen Eichen, sehr namhafte Holzringe, denn die Hauptentwicklung des Holzringes geht mit Hilfe des Saftgehaltes vor sich, welchen der Baum im vorausgegangenen Winter angehäuft hat. Sodann sind

bei genannter Anschauung offenbar die Nadelhölzer vergessen. Die Soldaten des Julius Cäsar erschraken über das geheimnissvolle Dunkel des Waldes in der Umgebung Massiliens. Ohne Zweifel war es die Aleppoföhre welche damals dort herrschte wie noch jetzt auf den staubigen Kalkgebirgen zwischen Le Beausset und Toulon. Sie sehen aus wie unsere Föhrenbestände und enthalten starke Stämme. Ihre Blössen sind von Stechpalmen- und Korkeiche, Pistazie, *Juniperus oxycedrus L.* und *phoenicea L.* besetzt und der Baum hat sich sogar zwischen den Olivenpflanzungen der Umgebung angesiedelt. Aehnliches gilt von der Seeföhre und theilweise der Schwarzföhre. Zufällig sind die Trockenhitze ertragenden Holzarten Föhren, welche im Allgemeinen lichtern Baumschirm zeigen als die Tannen und Fichten. Wären letztere Bäume trocknen Bodens, so hätte der Süden auch seine Nadelholz-Schwarzwälder theilweis in der Ebene wie wir.

So bezeichnend als die vorgenannten Hölzer, sind für die südeuropäische Zone die Menge immergrüner Laubholzgewächse, wie *Arbutus andrachne L.* und *unedo L.*, *Buxus sempervirens L.*, mehrere *Cistus*-Arten, *Coriaria myrtifolia L.*, zahlreiche starkstämmige Heiden, Stechpalme, *Prunus laurocerasus L.*, Lorbeer, *Myrtus communis L.*, verschiedene *Philyrea*, *Pistacia lentiscus L.* und *terebinthus L.*, *Spartium junceum L.* und *purgans L.*, *Rhamnus paliurus L.* und *zizyphus L.*, *Rosmarinus officinalis L.* in Masse, *Tamarix gallica*, *Ulex europaeus L.*, *Ruscus aculeatus L.*, *Viburnum tinus L.* Sie bilden auf grossen Strecken des Gebietes, zumal auf den grössern Inseln die sogenannten Maqui's oder undurchdringliche Strauchdickungen. — An Nadelhölzern von geringern Dimensionen sind noch anzuführen *Juniperus thurifera L.* und *Thuja articulata L.*

Wegen mangelnder Feuchtigkeit tritt in der warmen Zone der Rasen ganz zurück, obgleich die Zahl der Grasarten gross. Das Unkraut auf Blössen und im Schatten des Waldes besteht aus ganz andern Pflanzen als bei uns. Unserem Rohr in Niederungen entspricht *Arundo donax L.* Auf ganz steinigem heissen Felsgrund erscheinen selbst *Cactus*, *Stapelia* und *Agave*.

Die von uns aufgezählten Zonen von Holzarten werden wesentlich beeinflusst durch die Nähe des Meeres und die Nachbarschaft des asiatischen Kontinents, so dass man von einer Baumflora der meeresnahen Landesstriche und einer

solchen des Binnenlandes reden kann. Eine eigene Zone bildet jedoch weder die eine noch die andere.

Baumflora des Litoral- oder Meeresklimas.

Der atlantische Ozean erstreckt seinen kältemildernden Einfluss über ganz Europa bis zum Ural. Erst jenseits des letztern beginnt das eigentliche Binnen- und Steppenklima des europäisch-asiatischen Kontinents. Besonders auffallend ist aber die Wirkung des Meeres in dessen unmittelbarer Nähe, wo seine klimatischen Eigenschaften noch ungestört zusammenwirken.

Die Küste hat unter gleicher Breite einen längern Sommer als das Binnenland, d. h. der Frühling beginnt zeitiger, der Herbst endigt später im Jahr. Im „westlichen“ Frankreich, mit dem südlichen Deutschland unter einer Breite liegend, blüht schon im April allenthalben der Stechginster und gibt der Landschaft einen Karakter den sie bei uns erst im Mai durch die Blüte der Besenpfrieme erhält. Nichtsdestoweniger eilt die Mehrzahl der andern Holzgewächse in der Blüte den unsrigen höchstens um einige Wochen voran, weil der Frühling den unsrigen an Wärme nicht nur nicht übertrifft, sondern wohl hinter ihm zurückbleibt. In der That die Besenpfrieme blüht dort von April bis Juni, Buche und Eiche zwischen April und Mai, also um wenig früher als bei uns. *Quercus tauza* in Spanien zwischen Mai und Juni ausschlagend, belaubt sich dort sogar erst Anfangs Juni. *Kerria* treibt Ende Februar. Hainbuche fängt zur gleichen Zeit an die Knospen zu verlängern, auch der beim Fronleichnamsfest in Wagenladungen verwendete rothe Fingerhut fängt mit dem 1. Juni zu blühen an, also ungefähr zur selbigen Zeit wie der unsrige. Auch die Sommerwärme bleibt bedeutend hinter derjenigen Süddeutschlands zurück. Man bemerkt es an der oft im Sommer herrschenden Kühle. Sie lässt weder Wein noch Mais reifen. Doch reicht sie hin um schon Anfangs Juni (9. Juni 1843) die Schosse von Stiel- und Traubeneiche, Wildbirn, im August (20. August 1843) die auch von gemeinem Ahorn, Rosskastanie, Edelkastanie, Hasel, Buche,

Nussbaum, Wildkirsche, Ulme sich abschliessen zu lassen, während Stechpalme, kanadische Pappel, Platane, Elsebeer und Sperberbaum, endlich Robinie fortfahren zu treiben und Eiche wie Birke Mitte November (1844) noch belaubt sein können. Sehr feuchte Witterung, vielleicht nach vorausgegangener grosser Trockenheit, kann Krankheiten der Baumblätter herbeiführen (S. 306). Der maritime Sommer ist demnach weder nach Dauer noch durch Wärme der Baumvegetation besonders günstig. Es reifen daher auch die Samen zur gleichen Zeit wie bei uns; man sammelt z. B. Eicheln, Bucheln, Hainbuchen-, Ahorn-, Birkensamen im Oktober und November, Stechpalmenfrüchte Anfangs Dezember (1843). Die atmosphärische Luft ist im Küstenland fast das ganze Jahr über feucht und darum herrschen im Winter und in den Uebergangszeiten oft länger dauernde dichte Nebel. Den milden Herbstregen dürfen wir es vielleicht zuschreiben dass mehrere Holzarten wie Eiche und Stechpalme im jährigen Niederwald, in Hecken und als Kopfholz, noch stark in den Herbst hinein fortwachsen, so dass ihre jungen Lohden im nächsten Winter zum grossen Theil erfrieren, und auch die Besenpfrieme in der kalten Jahreszeit ihre Spitzen einzubüssen pflegt. Der Winter ist auffallend mild. Schneefall gehört zu den Ausnahmen. Selten bleibt der Schnee länger als einige Stunden oder Tage liegen. Daher sind auch hier, falls ein kalter Winter einmal eintritt, Boden und Wurzelsystem der Bäume schutzlos der Kälte preisgegeben. Indessen lässt gewöhnlich der temperirende Golfstrom bis zum Nordkap hinauf ein Gefrieren des Meeres nicht zu. In der Bretagne wie in England bleibt der Rasen den ganzen Winter über grün. Es bleiben die Thiere bis zum Frühjahr auf der Waide und an einzelnen krautigen Nachschossen der Eiche stirbt das Laub kaum ab.

Im Frühjahr stellen sich auch im Litorale nicht selten, in Folge des grossen Dunstgehaltes der Luft, im Ganzen nicht sehr gefährliche Spätfröste ein.

Schliesslich sei auch der Seewinde gedacht, die nicht nur durch ihre Gewalt allein, sondern auch durch ein sehr

empfindliches Aushagern der Baumkronen und des Bodens der Baumvegetation sehr nachtheilig werden.

Die niedrige Sommertemperatur der Küstenländer ist für die Bedürfnisse der meisten, auch der südlichen Holzarten hinreichend, für manche, wenigstens in Bezug auf die Entwicklung des jährlichen Holzrings, mehr als hinreichend. Denn manche wachsen im Seeklima äusserst üppig, wenn auch ihre Fruchtbildung gehindert ist. Andern ist der kühle Sommer selbst bei der Fruchtbildung nicht nur nicht nachtheilig, sondern förderlich. So z. B. der Edelkastanie welche in der Bretagne so üppig wächst und so reichlich fruchtet als wohl irgendwo im Süden.

Ausser den gewöhnlichen Waldbäumen des Innern findet man daher in den Küstenstrichen grossentheils die Bäume der nächst südlichen Zone, soweit sie gegen Winterkälte empfindlich sind. So wachsen und gedeihen, ursprünglich zum Theil gepflanzt, an der ganzen französischen Westküste hinauf, manche selbst noch im südlichen England, eine grosse Zahl Holzarten der warmen Zone. Ausser der schon namhaft gemachten Edelkastanie sehen wir Stechpalmeneiche, Korkeiche, *Quercus tozza Bosc.*, *Arbutus unedo L.*, Lorbeer, Feige, Granatbaum, Seeföhre, Pinie, Zeder und Zypresse bis ins Finisterre. Die Stechpalme bildet das stehende Unterholz im Hochwalde. Stechginster überzieht die grössten Steppenflächen in Gesellschaft von Heidearten welche der Mehrzahl nach in Italien und Spanien zu Hause sind. Auch *Ruscus aculeatus L.* fehlt nicht.

Wie demnach die atlantische Litoralflora durch eine Menge Gewächse sich auszeichnet, welche sonst einem südlichern Länderstrich angehören, dürften sich dort auch einige finden die eigentlich einer nordischern Zone eigenthümlich, im Litorale noch gedeihen, weil dieses einen kühlern Sommer hat als bei gleicher Breite das Binnenland. Hieher vielleicht zu zählen die sonst nördlichern *Cochlearia danica L.*, *Osmunda regalis L.*, *Myrica gale L.* in der Bretagne, auch *Linnaea borealis L.* und *Ledum palustre L.* in manchen Oertlichkeiten ihrer Südgrenze.

Die grosse Luftfeuchtigkeit begünstigt den Epheu der in Menge Bäume überwächst und starke Abmasse annimmt, und alle Aecker überziehen sich mit rothem Fingerhut, *Montia fontana L.*, Farnkräutern, *Illecebrum verticillatum L.* u. dgl. Brombeeren wuchern überaus üppig und tragen massenhaft Früchte.

Manche Holzarten z. B. die Lärche, halten im Litoralklima gepflegt nur kurze Zeit aus, die genannte sich schon im jugendlichen Alter mit Zapfen bedeckend.

Auch das Küstenland der „Nord- und Ostsee" verdankt der Temperirung durch das Meer einige Holzpflanzenerscheinungen wie den Stechginster in Holstein und in Mecklenburg. Ebendahin, andererseits an der norwegischen Westküste hinauf erstreckt sich die in Portugal, dem westlichen Frankreich und England heimische *Erica cinerea L.* Auch die Glockenheide, *E. tetralix L.* geht in nicht zu grosser Entfernung vom Meere von Portugal durch Frankreich nach England, Norwegen und den baltischen Provinzen.

Ist es endlich richtig dass die Blätterentfaltung der Buche auf der Insel Rügen um drei bis vier Wochen hinter derjenigen des Festlandes zurück zu sein pflegt, so liesse sich diess aus der Niederhaltung der Frühjahrserwärmung des Bodens der Insel durch das Meer erklären, welchem auf dem grossen Umwege durch Kattegat und Sund seine ursprüngliche Golfstromwärme verloren gegangen sein wird.

Schliesslich möge hier noch kurz der eigenthümlichen Strauch- und Staudenflora Erwähnung geschehen welche in unmittelbarer Nähe des Meeres den Strand bedeckt und für die durch den Salzgehalt des Bodens ferngehaltenen Holz- und anderen Gewächse einigen Ersatz leistet, nämlich *Arundo arenaria L.*, der Helm der Norddeutschen, *Aster tripolium L.*, Atriplexarten, *Beta maritima L.*, *Chelidonium glaucium L.*, *Crithmum maritimum L.*, *Elymus arenarius L.*, *Eryngium maritimum L.*, *Plantago coronopus L.*, *maritima L.*, *Polygonum maritimum L.*, *Euphorbia paralias L.*, *peplis L.*, *Hordeum maritimum L.*, *Juncus maritimus L.*, *Portulaca olera-*

cea L., Salicornia frutescens L., herbacea L., Salsola kali L., tragus L., Statice limonium L. und Triticumarten.

Mit ihnen am Strande des südlichen Europas wächst *Clematis flammula L.*, im fast unvermischten Seewasser *Tamarix gallica, anglica* und Verwandte. Einen ziemlich starken Salzgehalt scheint auch die Stechpalmeneiche zu ertragen. Wenigstens sahen wir sie bei Narbonne an einer Stelle, wo sie, umgeben von *Salicornia, Aster tripolium* und andern Salzpflanzen einen ziemlich hohen Salzgehalt des Bodens auszuhalten hatte.

Als ein Beispiel des Zusammenwirkens eines südlichen durch Meeresnähe gemässigten, aber von Juni bis September regenlosen dürren Sommers und eines unserem Sommer vergleichbaren mildwarmen Winters führen wir noch das Klima „Madeiras“ [1] an. Dort finden sich zum Theil in natürlichem Vorkommen, zum Theil gepflanzt, eine grosse Zahl tropischer Holzgewächse wie *Pandanus, Tamarindus,* Lorbeerarten, welche gerade keine tropische Hitze, aber einen milden Winter verlangen.

Dabei finden sich jedoch ursprünglich oder durch Kultur eine Menge Holzgewächse nördlicherer Gegenden. Manche darunter wie die in ihren Steppen ebenfalls einen dürren Sommer bestehenden Heidearten *(E. arborea, scoparia)*, Pfrieme, Stechginster *(Ulex)*, *Juniperus oxycedrus L.* und andere mit ihnen vorkommende Sträucher werden ihre Vegetationsphasen kaum oder gar nicht ändern.

Auch einige grosse Bäume zeigen einen geringen Einfluss des eigenthümlichen Klimas, z. B. die Edelkastanie auf den Madeirenser Bergen (600 bis 700^{m}) vortrefflich gedeihend reift hier Ende Oktober, entblättert sich Mitte November und schlägt nicht vor April aus. Aehnlich verhält sich der Nussbaum. Beide halten also die Jahreszeiten ein, die sie im mittlern Europa und dessen Litorale beobachten. Der lange trockene Sommer nützt und schadet ihnen nicht. Auch Tulpenbaum lässt sein im Oktober vergilbtes Laub im November fallen und treibt Anfangs April aus, somit fast wie bei uns.

[1] Man vergleiche das schon oben angeführte interessante Schriftchen von Prof. O. Heer: Ueber die periodischen Erscheinungen der Pflanzenwelt in Madeira.

Bei andern haben sich den Bäumen unsres Klimas gegenüber nur die Zeiten des Austreibens und Blühens oder beide etwas vorgeschoben. So blüht *Cercis siliquastrum L.* schon Anfangs März, Robinie, im Frühling eine der letzten bei uns, Anfangs Mai, nachdem sie bereits vorher ausgeschlagen. Die Rebe schlägt im März aus, blüht im April oder Mai und zeitigt im September.

Für noch andere ist der milde Winter unnöthig warm, dadurch theilweise störend, und doch nothwendig, weil ihre während des dürren Sommers stillegestandene Vegetation das Verlorne nachholen muss, entsprechend unsern nach trockenen Sommern ihre Belaubung bis in den Winter hinein behaltenden und dabei leicht Schaden nehmenden Eichen. Zu welch' früher Jahreszeit Eiche, Buche, Apfel-, Birn- und Pfirsichbäume austreiben, wie spät sie sich andererseits entlauben, haben wir schon oben S. 37 angegeben. Wir lassen hier noch einige Ergänzungen folgen: Ein Theil der Apfel- und Birnbäume der Insel blüht im April und reift seine Früchte im August. Ein anderer blüht ein zweitesmal im Herbst und reift im Februar und März, also zweimal im Jahr. Die Anlage hiezu zeigen ja unsere Obstbäume, wenn sie im Spätjahre nochmals blühen und wie bei Duhamel nochmals Frucht ansetzen (S. 239). Auch *Cydonia japonica L.* mit ihren Blüten im April in unsern Gärten glühend blüht zu Madeira vollständig im Oktober oder November, trägt vermuthlich den Winter über Früchte wie die einheimischen Lorbeerarten, *Ruscus* u. s. w. und ruht wahrscheinlich im Sommer, hat also ihren Herbst und Winter zum Frühling und Herbst gemacht. Platane treibt Anfangs April aus, also früher als bei uns, ihr Blätterabfall vollendet sich ausser in Meeresnähe nicht vor November oder Dezember, Verzögerung welche wir wohl der Vegetationsstockung während des dürren Sommers beizumessen haben.

Selbstverständlich endlich dass unter einem Himmelsstriche wo der Bau unserer Gemüse von der Bohne bis zum Kürbis den ganzen Winter über mit bestem Erfolge betrieben wird, Kleinsträucher und Stauden die auch sonst an keine feste

Blütezeit gebunden sind, wie *Lycium*, Judenkirsche (*Solanum pseudocapsicum*), Malven u. drgl. das ganze Jahr über blühen.

Bäume des Binnenlandes (Kontinentalklimas). Der meteorologische Karakter der innern Theile des Festlandes ändert sich um so namhafter je weiter wir uns, einem Breitegrade nach Osten folgend, vom atlantischen und mittelländischen Meer entfernen. Die Sommer treten plötzlicher ohne Frühjahrsübergang ein, indem mit dem Verschwinden der meist reichlich vorhandenen Winterschneedecke die Bodenerwärmung rasch sich hebt.

Mehr gegen Norden, wo neben der Schneedecke auch der tief hinab gefrorene Boden erst aufgethaut und erwärmt werden muss, zieht sich der Eintritt des Sommers natürlich auch weiter hinaus und dieser wird noch kürzer. Sind aber auch die Kontinentalsommer wie im Süden nicht kürzer als bei gleicher Breite gegen die Küste, so sind sie doch weit heisser und trockener. Dadurch entsteht das sogenannte Steppenklima, welches der Sommervegetation einjähriger südlicher Gewächse günstig, den Holzpflanzen nur theilweise nützlich sein kann, denn wenigen Hölzern, zu denen vielleicht ausser der Rebe Schwarzföhre, Zerreiche, *Corylus colurna L.*, Silberlinde und Ginsterarten gehören, ist die hohe Temperatur ohne entsprechende Feuchtigkeit zuträglich. Wo dagegen Grundfeuchtigkeit vorhanden und der Boden nicht zum oberflächlichen Austrocknen geneigt ist, findet man oft überraschenden Holzwuchs und oft noch überraschenderes üppiges Wuchern von Unkräutern, Nesseln, *Impatiens*, wildem Hopfen [1] u. s. w. Wie wenig es im Innern der grossen Kontinente zu regnen pflegt, ist bekannt. Eben dass die grosse Mehrzahl im Litoralklima so wohl gedeiht, beweist dass die Holzarten im Ganzen von der Steigerung der Hitze keinen Nutzen haben. Merkwürdig genug dass sich ein Theil derselben wie z. B. die Eiche so verschiedener Sommerdauer anzubequemen weiss, wie sie die Gegend von Bordeaux, Eisenstadt an der Donau in Ungarn und die russischen Steppen in der geographischen Breite der Ostsee haben.

[1] Forst- und Jagdzeitung, Jan. 1849. S. 19.

Griesebach (Vegetation der Erde, 1872. I. S. 80) sucht die Eigenschaft der Hölzer sich verschieden warmen Klimaten anzupassen, durch die gemeine Föhre zu erläutern und vergleicht deren Vorkommen zu Bordeaux mit demjenigen zu Jakutsk im kontinentalklimatischen Landstriche Sibiriens. Er findet als Grundlage dieses extremen Vorkommens des Baumes eine gleiche Mitteltemperatur der beiderortigen Vegetationszeit. Indessen kommt ja zu Bordeaux die gemeine Föhre nur in einigen Gartenpflanzungen vor. Die herrschende Holzart der *Landes* von Bayonne bis ins Finisterre ist die Seeföhre. Sodann bleiben wir, das Gedeihen der gemeinen Föhre in jenem warmen Striche angenommen, doch vor einem Räthsel stehen. Denn wenn auch die angegebene Durchschnittstemperatur an beiden Orten dieselbe ist, warum nimmt der Baum auf günstigem Boden in ersterer Gegend nicht eine der fast dreifachen Dauer der Vegetationszeit (8 : 3) entsprechende körperliche Entwicklung?

Der Herbst stellt sich im innern Kontinent allmählich ein, so dass die Sommerwärme bis zu den ersten Schneefällen langsam herabsinkt.

Zu der Trockenhitze der Sommer kommen im Kontinente strenge Winter. Schon im südlichen Ungarn, in Serbien u. s. w. mit ihrem heissen Sommer, fehlt die Edelkastanie. Der kalte Winter lässt sie hier nicht zu. Im Winter 1839/40 erfroren im Tulaer Forste bei geringer Schneedecke und einer Kälte von nahe 40° C. unter Null alle nicht durch Unterholz oder starke Laubschichte geschützte Eichen [1].

Zu den strengen Wintern des Kontinentes kommen die bis in den Sommer hinein sich erstreckenden Spätfröste. Ihre Intensität ist von Ungarn her bekannt.

Oben war davon die Rede dass die Buche den Wärmeextremen und Schwankungen des Kontinentalklimas ausweicht. Auch Birn- und Apfelbäume und die sonst höher gegen Norden gehende Kirsche nehmen eine nordöstliche Grenze an. Ja nach Middendorf [2] hören die meisten in Europa die Buche und Eiche begleitenden Holzarten am Ural auf. Doch gehen auch in Russland Stieleiche und kleinblätterige Linde namhaft über die Grenze der Buche hinaus. Erstere hält überhaupt unter Umständen klimatisch besser aus als die Buche, was

[1] A. a. O. S. 20.

[2] Griesebach, Vegetation der Erde, I. S. 140.

man selbst bei uns in dem Froste sehr unterworfenen Oertlichkeiten sehen kann. Sodann folgen Ahorn, Ulme, Esche, gemeine Erle. Ferner die unempfindlichsten Holzarten, die eigentlichen Bäume des Nordens, nämlich Birke, Weisserle, Traubenkirsche, Vogelbeer, Aspe. Gegen die Polarzone des Kontinentes hinauf bleiben immer nur einige Abiesarten, die man vielleicht als Varietäten unserer gewöhnlichen Spezies ansehen kann: die *Abies pichta Forb.* nämlich als eine Tanne von Pyramidenwuchs, wie wir ihn oben als eine Eigenthümlichkeit der nordischen Nadelbäume kennen lernten, und die der gemeinen Fichte ähnliche *Abies obovata Ledeb.* Endlich Föhre, Lärche, Arve und als Bewohnerinnen des höchsten Nordens die früher angeführten Sträucher: *Betula nana* und *fruticosa.*

Baumflora der Gebirge.

Wer sich in einem grössern Gebirgsstock erhebt, wird alsbald gewahr dass sich an diesem vom Fusse zum Gipfel die Waldbäume in ähnlicher Weise ordnen wie vom südlichen Europa gegen den Nordpol. Er durchschreitet zuerst den Gürtel der Laubhölzer, dann denjenigen der Nadelhölzer, sodann einen baumlosen, höchstens von kurzen Sträuchern besetzten, bis er an der Grenze des Schnees anlangt. Die Reihe in welcher die verschiedenen Baumarten am Gebirg aufsteigen gestattet uns etwas sicherere Schlüsse über ihr relatives natürliches Vorkommen zu ziehen als ihre Vertheilung gegen die Pole. Die Verschleppung und Ausbreitung von Samen durch Vögel, Winde etc. ergänzt im Gebirg entstandene Lücken im Vorkommen mit Leichtigkeit. Die vertikale Zusammendrängung der Regionen auf wenige Stunden Entfernung erlaubt z. B. einem Häher eine Buchel in einer halben Stunde durch mehrere Regionen zu tragen. Bei der grossen geographischen Ausdehnung der Zonen dagegen kann eine weitere Ausbreitung der Holzarten nur allmählich geschehen. Andererseits scheint der störende und zerstörende Eingriff des Menschen im Gebirge grösser zu sein. Neben zufälligen Naturereignissen werden wir ihm vorzugsweise das oft launenhafte Fehlen sonst ringsum

verbreiteter Holzarten in diesem oder jenem Gebirgstheile zuzuschreiben haben.

Wenn auch die Reihe in die sich nach oben die einzelnen Baumarten ordnen, mannigfach abweicht von der nach Norden hin beobachteten, so darf uns diess nicht Wunder nehmen, weil die klimatischen Faktoren gegen den Gipfel der Gebirge in etwas anderer Weise abnehmen und eingreifen als in der Richtung des Nordpols.

Die Sonnenstrahlen wirken zwar auf dem Gebirg intensiver als im Tiefland, aber die dünne leichter als in der Ebene aufsteigende Luft ist weniger im Stande direkt und durch Reflex des Bodens sich zu erwärmen, wenn auch im Ganzen die grössere Gebirgsoberfläche auf den Quadratmeter weniger Wärme empfängt als die entsprechende Grundfläche. Doch ist die Neigung des Bodens und Steilheit der Felsen wenigstens einseitig einer Steigerung der Wärme günstig. Nur die Nordseite mit ihren schief auffallenden Sonnenstrahlen entspricht dem schiefe Strahlen empfangenden Nordpol.

Sehr auffallenden Einfluss auf die Raschheit mit welcher die Wärme nach dem Gipfel der Gebirge abnimmt, hat deren Form. Einzelne Bergkegel, schmale Gebirgskämme zeigen in weit höherem Grad als zusammengesetzte Gebirgsstöcke die Temperaturabnahme, wie auch das Eingreifen der andern störenden Elemente. Gebirgshochebenen erwärmen sich besser als Kämme. An erstern gewinnt die Baumvegetation, an letztern sinkt sie. An Hängen von Hochgebirgen mit Schneeregion trägt im Sommer auch das herabfliessende Schneewasser zur Abkühlung der Luft bei.

Die Beleuchtung in Gebirgshängen ist, analog dem Verhalten der Wärme, einerseits gesteigert, andererseits schwächer, und von kürzerer Tagesdauer. In der Wolkenregion haben die Gewächse oft monatelang geringere Besonnung als diejenigen unter und über derselben.

Die Luftfeuchtigkeit ist in den Gebirgen namhaft grösser als im Tieflande. Selbst im Sommer sind die Gebirge oft wochenlang mit Wolken umhangen und es erfolgen häufig

Niederschläge von Regen, Thau und Reif, die dem Fusse, noch mehr den Ebenen abgehen. Ausserdem vertheilt sich der Regen sehr ungleich auf die verschiedenen Seiten der Gebirge. Von dem abfliessenden Wasser derjenigen welche eine dauernde Schneeregion haben, nicht zu reden.

Eine Eigenthümlichkeit des Gebirgsklimas sind die grossen Schwankungen im Zustande der Atmosphäre. Abende und Nächte pflegen auch nach heissen Sommertagen kühl zu sein. Ja in vielen Gebirgen, zumal den südlichern, kommt es selbst im Sommer häufig zu Frost und Reif. Der frühzeitig sich einstellende Schnee fällt um so reichlicher je südlicher der Gebirgsstock belegen, und spielt hier eine grössere Rolle als im Norden.

Man findet an Hochgebirgen nicht selten einen dem nordischen analogen auffallend pyramidalen, pappelähnlichen Wuchs der Nadelhölzer. So der Fichte am Feldberg. Welchem Einfluss diese Erscheinung zuzuschreiben, wäre erst zu untersuchen.

Die einzelnen europäischen Gebirge verhalten sich nun in Bezug auf die ihnen eigenthümliche Baumwelt verschieden, je nach ihrer südlichen oder nördlichen Lage, ihrer Höhe über dem Meer, ihrer Entfernung von diesem, und ihrem einfachen oder zusammengesetzten Bau.

Seines Regionenreichthums wegen besonders interessant ist der „Alpenzug.“ Am Fusse seiner Südseite, der Lombardei, in Tirol u. s. w. findet sich noch ein grosser Theil der südlichen Flora, immergrüne Eichen, *Quercus pubescens*, Mannaesche u. s. w. Diese Pflanzenwelt wird an den Gehängen der Alpen zunächst überragt vom Kastaniengürtel, welcher übergeht zur Region der gemeinen Eiche, der Buche und Tanne. Die erstere, im Gegensatze zu dem was wir bei Gelegenheit der Besprechung der Zonen im Norden von ihrem beiderseitigen Verhältnisse kennen lernten, von den dreien die tiefer bleibende. Buche und Tanne sich verträglich begleitend oder bekämpfend und häufig in Gesellschaft von gemeiner Föhre, beiden Ahornen, Linde, Esche, Mehlbaum, Elsebeer, kleinen *Pyrus-*, *Rhamnus-* und *Daphne*-Arten. Im

Kantal steigen Niesswurzel und Epheu bis an die Grenze der Eichen. Im bairischen Tirol geht erstere nach Sendtner bis zu derjenigen der Buche. An die Region der Buche reiht sich die sehr bedeutende der Fichte, ausgedehnte Waldstrecken und den Hauptkarakter der Baumwelt in den höhern Alpen bildend. Die Wälder über dem Fichtengürtel, sofern solche überhaupt noch vorhanden, nur von Lärchen oder Arven zusammengesetzt oder vertreten durch einen breiten Saum den Boden dicht bedeckenden Legföhrengestrüpps. In diesem Gürtel finden sich an Laubhölzern noch strauchförmiger Vogelbeer, weichhaarige Birke, Strauch- und selbst Zwergbirke, sehr allgemein aber Bergdrossel, an Kleinsträuchern besonders in die Augen springend, jedoch auch in die Fichtenregion hinabsteigend die Gruppe der Alpenrosen *(Rhododendron ferrugineum L., hirsutum L.* und *chamaecistus L.)*.

Zwischen der Lärchenregion und der Schneegrenze die eigentliche Alpenregion, in der wir ausser wenigen holzigen Gewächsen, nämlich *Empetrum nigrum L., Azalea procumbens L.* und *Arbutus alpina L.* und den kleinen Gletscherweiden, welche ihren Stamm an den Boden andrücken, um die sparsame Wärme des letztern möglichst auszunützen, nur niedere perennirende krautartige, meist rasenbildende Pflanzen aus den Familien der *Gramineen, Kompositen* (Edelweiss), *Papilionazeen,* Primeln, Saxifragen, *Cyperazeen* u. s. w. finden.

Von erheblichstem Einfluss auf die Hochgebirgsvegetation ist die alljährlich fallende tiefe Schneedecke. Schon früh, oft im September, ja selbst im August überrascht sie die Holzgewächse noch im vollen Treiben, so dass die unausgereiften Theile der Schosse unter der Schneedecke selbst im folgenden mildesten Winter zu Grunde gehen müssen, wie in unsern Gärten die Schosse zärtlicher Nadelhölzer, welche man im November unausgereift mit Reisig decken musste. Die bedeutende Tiefe der Schneedecke im Gebirg erkennt man in den höhern Theilen des Schwarzwaldes (z. B. am Kandel) noch im Sommer am Fehlen des Flechten- und Moosüberzugs an den Baumstämmen, zumal auf der Sommerseite derselben,

auf ein bis zwei Meter Höhe vom Boden. Im Frühjahre darauf erscheint das Langliegenbleiben des hohen Schnees vortheilhaft gegen Spätfröste. Die Vegetation rührt sich erst wenn die starke Schneedecke geschmolzen ist und der Boden nicht mehr vom kalten Schneewasser getränkt wird. Wenige Tage nachdem Ende Juni der Schnee von einer Stelle des Feldbergkopfes weggeschmolzen, haben *Nardus stricta L.* und *Meum athamanticum Jacq.* schon junge Blätter.

Unter der geschilderten Kürze des Sommers und dem erschwerten Ausreifen der Sprosse halten begreiflich nur wenige und hauptsächlich nur solche Kleinsträucher aus welche mit einem sehr kurzen Sommer fürlieb nehmen und bei denen das Erfrieren der Schossgipfel das Zugrundegehen der übrigen Theile der Holzpflanze nicht leicht zur Folge hat.

Wäre die Schneehaube nicht auf dem Rücken der Hochgebirge, hielte nicht der schmelzende Schnee den benetzten Boden auf 0°, so würde sich die Vegetation der Alpenregion viel höher als in Wirklichkeit erstrecken, wie die die Schneelinie überragenden Firninseln zeigen, auf denen man noch eine Anzahl alpiner Pflanzen, wie die rasenförmige *Androsace glacialis Steud.,* Steinflechten u. drgl. findet.

Vergleichen wir nun mit dem Verhalten des Alpengebirges den Baumwuchs anderer europäischer Gebirge und fassen zuerst die eigentlich südlichen des Mittelmeerbeckens ins Auge, so erklärt uns die Haupterscheinungen vor allem die hier herrschende Sommerhitze und Sommertrockenheit. Ihretwegen setzt sich die norditalische Vegetation in Unteritalien im Gebirge fort. Die Olive die im südlichen Frankreich grossentheils nur in Ebene und Hügelland gedeiht, wächst im südlichen Spanien und in Sizilien bis gegen 1000 Meter Höhe über dem Meer. Ebenso zieht sich die Edelkastanie, welche in den Schweizer und italienischen Alpen nur 300 bis 800 Meter hoch steigt, in dem heissen Granada bis 1700, am Aetna auf 1300 Meter. Die Buche in den bairischen Alpen nur 1500 Meter, in den südlichen Alpen 1700 Meter hoch gehend findet sich in Kalabrien noch bei 2000 Meter.

Ebenso hoch ungefähr geht in Unteritalien, den düstern Schwarzwald Italiens bildend, die in Ungarn und Niederösterreich Tiefland und untere Bergregion einnehmende Schwarzföhre *(Pinus laricio L.)*. Für Fichte, Legföhre u. s. w. sind die italienischen Gebirge nicht hoch genug, wie sie auch in dem warmen Spanien wenig verbreitet sind.

Der gewaltige Gebirgsstock der „Pyrenäen“ erfreut sich am Fusse wegen seiner Lage zum Ozean und zum mittelländischen Meere selbst auf seiner Nordseite der üppigen Vegetation von Lorbeer, Feige, Rebe, Edelkastanie und *Quercus tozza Bosc.* Ansteigend zeigt sich von unsern gewöhnlichen Waldhölzern Eiche, Buche und etwas höher Tanne, in grösster Menge Buchs, Stechpalme, vielfach freistehend, *Acer opulifolium Vill.* und, sehr bezeichnend, für die mangelnden Winterextreme noch da wo sich den Buchen und Tannen schon Vogelbeer, Hasel, Hollunder häufig beimischen, *Daphne laureola L.*, eine südliche Heide, und noch auf vielen Bergjochen als Zeichen der Luftfeuchtigkeit üppiger Farnwuchs. Die Birke erhebt sich etwas breitästig bis in die Region der Tannen, wo sich auch die Haken- (Krummholz-) Föhre *(Pinus montana uncinata Ram.)* in starken kienreichen Stämmen mit breitästiger Krone findet. Auf die Hakenföhre folgen noch Alpenrosen, auch krüppelhafter Wachholder, erstere vom Waidvieh wegen ihrer giftigen Eigenschaften verschont, letzterer verschmäht. Die innerhalb der Waldregion selten am Boden liegenden Birken ein Zeichen dass hier weder Duft, noch Schneedruck, noch Sturm eine bedeutende Rolle spielen. Indessen gibt Willkomm das Höhevorkommen der gemeinen Föhre auf der spanischen Seite der Pyrenäen zu 800—1000 Meter, also nicht höher an als sie bei uns im Schwarzwald erwächst. Obgleich Frühlingsschwankungen der Temperatur vorkommen, ist doch die Sommertemperatur eine ziemlich hohe, weil der Hauptstock des Gebirges sich rasch seiner Schneedecke entledigt und eine solche erst spät im Jahre wieder erhält. Welches klimatische Moment hier nicht hoch über *Daphne laureola* der Baumvegetation ihre Grenze steckt, ist uns noch

nicht klar. Innerhalb derselben aber geniesst die Vegetation einen kurzen, doch warmen Sommer.

Einen andern Baumkarakter tragen die unzusammenhängenden mehr oder weniger kegelförmigen minder hohen Gebirgsstöcke der „Auvergne.“ Um den Fuss derselben zieht sich die Region der gewöhnlichen Eichen. Diese erstreckt sich nicht weit am Gebirge hinauf. Man sieht sie mit ziemlich ansehnlichen Dimensionen, aber unter der offenbaren Geisel von Früh- und Spätjahrsfrösten ganze Aeste verlieren und da und dort in Gesellschaft ebenfalls durch Fröste gefährdeter gepflanzter Nuss- und Edelkastanienbäume ihre Grenze erreichen. An diese schliesst sich die Region von Buche und Tanne, erstere die wärmern Lagen und Waldträufe einnehmend, in Gesellschaft von Eschen, Ahorn, Linde, Vogelbeer. Mehlbaum, Aspe u. s. w. Ueber diesem Gürtel findet sich kein weiterer. Es sind die notorischen grossen Schneemassen die in der Waideregion zwischen etwa 1600 Metern [1] und den Gebirgsgipfeln die Baumvegetation nicht aufkommen lassen. Darum findet man in manchen Hängen eine Masse Zwergwachholder, in andern einen legföhrenähnlich bergab hängenden von selbst entstandenen Buchenniederwald. Dieser schlägt zwar sichtlich träg, oft erst im zweiten Jahr aus und wird durch die Kürze des Sommers beeinträchtigt. Andererseits schützt seine jungen Ausschläge grossentheils die tiefe winterliche Schneedecke. Auch die Hochwaldbuchenstämme. so wie Vogelbeer und Mehlbäume, tragen die Spuren des Schneedrucks. An andern Orten, in der Nähe von Standorten wo die Tanne zum Zeichen ihres Gedeihens noch elf Nadelgenerationen zeigt, glaubt man von weitem den Baumgürtel durch breitästige Eichen begrenzt. Kommt man näher, so erkennt man in ihnen Tannen welche von Schnee und Eis wiederholt zusammengedrückt eine grosse Anzahl von Gipfeln

[1] Griesebach (Vegetation d. Erde, I. S. 191) gibt nach Lecoq die Grenze der Waldregion in der Auvergne für Fichte zu 1494, für Tanne zu 1462 Meter an. Die Angabe rührt offenbar aus andern Theilen der Auvergne her. Die Fichte fehlt in dem von uns beschriebenen Kantal.

gebildet und sich dadurch ein kandelaberartiges Ansehen gegeben haben. Andere Baumpartieen haben bloss vergabelte, gebrochene oder besenförmig büschelige Gipfel. Oder tragen die Stammspindeln allseitig nur sparsame grossentheils roth gewordene Zweige. Auch junge Tannen sind dem Gipfelverlust ausgesetzt und verfallen dem Kollerwuchse. Selbst Mehlbaum erfriert hier im Frühling. Und Heidelbeeren sind so beschädigt dass sie noch im Herbst aussehen wie im Frühling auf der Sommerseite über Winter erfrorener Buchs unserer Einfassungen von Gartenbeeten. Esche, Ahorn und Birke fehlen ganz. Gabliger Wuchs der erstern und starke Zweigvertheilung der letztern würde sie unmöglich machen. Schnee- und Eisdruck in Verbindung mit raschem Aufthauen, zumal auf den Westseiten, stecken aller Baumvegetation ihr Ziel. Kürze des Sommers ist die Veranlassung nicht. Wenn er auch für anspruchsvollere Holzpflanzen unzureichend ist und man dort einzelne Johannissträucher mit auffallend üppigem breiten Laub, aber erst im September mit kleinen tiefrothen zuckerlosen, schleimigen Träubchenbeeren findet, reicht er doch für die Holzarten der Buchenregion vollständig aus, denn zu Ende September, also nicht viel später als im Tieflande fängt selbst die Buche an, bei schön ausgebildeten Knospen vom Gipfel abwärts zu vergilben, Vogelbeer und Mehlbaum die Blätter von unten am Stamm hinauf fallen zu lassen und in der Umgebung von Felsen und an Bächen die Esche ihre Belaubung zu verlieren. Auch an Luftfeuchtigkeit scheint es, vorübergehende Trockenheiten abgerechnet, der Vegetation der in Rede stehenden Gebirge nicht zu gebrechen. Selbst im Spätsommer umhängen sie sich wochenlang mit Wolken und erfreuen sich kräftigster Niederschläge. Der Regen prallt oft mit solcher Gewalt wagrecht auf, dass sich am Boden wagrechte Stylolithen bilden. Dennoch zeigt der Baumwuchs nur an ganz isolirten Bergkegeln Spuren von Windbruch oder Aushagerung.

In der subalpinen Region über der Baumgrenze, also zwischen 1600 bis 1800 Metern, fällt der Schnee schon

früh, öfters schon im September. Er überrascht z. B. die mit dem Ansteigen immer zwerghafter werdende und Ende September noch mit halbfertigen Schoten behangene Besenpfrieme. Sodann Sumpf- und Heidelbeere, Heide mit *Gentiana lutea L.* zur angegebenen Zeit noch blühend, und *Alchemilla alpina* kaum verblüht. Also in der Hauptsache Pflanzen des Waldgürtels. Endlich in trockenen Osteinhängen massenhaft *Nardus stricta* und gemeine Heide.

Wenn die Buche in Kalabrien über der Tanne und Schwarzföhre bei 2000^{m} als niedriger Strauch endigt [1], am Mont Ventoux bei 1700^{m} und in Mazedonien bei 1500^{m} Meereshöhe strauchartig wird [2], wenn wir in den Abbruzzen nochmals die Legföhre auftreten sehen und v. Martens von der ungeheuren Menge in den Apuanen und Apeninnen fallenden Schnees und Regens spricht, so dürfen wir daraus den Schluss ziehen dass es im mittäglichen Europa noch mehr Gebirge gibt, in welchen der Baumvegetation durch dieselben Meteore ein Höheziel gesteckt wird, wie in der Auvergne. Griesebach [3] erklärt sich das in mehreren südeuropäischen Gebirgen zu beobachtende Zuendegehen des Baumwuchses unter dem natürlichen Horizont durch mangelnde Feuchtigkeit. Das oberitalienische Höhergehen des Waldes um 300^{m}, den andalusischen und sizilischen Gebirgen gegenüber, ist nach ihm der dem nachhaltigen Schmelzen der Schneemassen zu verdankenden Feuchtigkeit des Gebirgsbodens zuzuschreiben. Unsere Erklärung scheint uns aber die natürlichere.

In mehreren deutschen Gebirgen unterliegt die Baumvegetation an ihrer Grenze andern Elementen als den genannten. So am Feldberg bei 1440^{m}, auf dem Brocken bei 1130^{m}, dem Riesengebirge bei 1170^{m}. Letzteres hat noch einiges Krummholz von 1170 bis 1300^{m}. In der Hauptsache geht aber bei allen dreien der Baumwuchs auf den letzten allseitig freiliegenden Gebirgserhebungen mit Zwergfichten zu Ende. Diess

[1] Italien von G. v. Martens, II. S. 29 u. S. 27.

[2] Griesebach, I. S. 351. 342.

[3] A. a. O. S. 40.

auffallend rasche Verkommen, diess Verkrüppeln der Bäume an den höchsten Vorsprüngen der Gebirge, wie man es z. B. am Brocken sieht, erregte auch Ratzeburg's Nachdenken.[1] Er erklärt sich die Erscheinung aus dem mangelnden Schutze der Hochpunkte. In der That strecken sich die geringen Bäume dieser letzten Gebirgshöhen mit ihren Aesten vom Wind und Sturm ab und wagrecht hinaus. Dazu kommt ohne Zweifel manchmal im Sommer anhaltende Trockenheit. Sie muss den an grosse Luftfeuchtigkeit gewöhnten auf schwarzhumosem Boden stehenden Bäumchen besonders nachtheilig werden und vermag uns das Herumliegen von dürren entrindeten, nur langsam verwitternden kurzen Fichten oder Fichtenstücken, den sogenannten Spiessen, genügend zu erklären[2].

Der Kahlheit der Hochpunkte die Abnahme der Temperatur zu Grunde zu legen ist nicht möglich, wegen der Plötzlichkeit der Abnahme des Baumwuchses mit der Erhebung über die Masse, den breiten Rücken des Gebirgs.

Dass auf den genannten Gebirgen die Fichte die letzte Holzart nach oben bildet, ist begreiflich. Dem Schnee und Duft, wie er sich in der zur Winterszeit herabgerückten Wolkenregion in hohem Mass einstellt, würden hier an der Grenze der Fichtenregion weder Föhre noch Lärche zu widerstehen im Stande sein.

Im „Böhmerwald“ ist die Abnahme des Baumwuchses eine allmählichere als in den vorerwähnten Gebirgen. Sie wird mit der stetigern Wärmeabnahme nach oben in Verbindung gebracht, welche ihrerseits mit der Gebirgsform im Zusammenhang stehen kann. Ihre Bestätigung fände die Annahme übereinstimmender Wärme- und Wuchsabnahme der Fichte in dem genannten Gebirge. Nach J. Wessely nimmt nämlich die Feinjährigkeit des in den Schwarzenbergischen Herrschaften im Allgemeinen zwischen 600^{m} und 1260^{m} erwachsenden werthvollen böhmischen Resonanzholzes im Verhältnisse zur Meereshöhe zu und findet sich nur in nördlichen und nordöstlichen Abhängen.

[1] Forstnaturwissenschaftliche Reisen, 1842. S. 78.

[2] Griesebach, I. S. 189.

Die nordeuropäischen, d. h. die Gebirge Schottlands und der skandinavischen Halbinsel, liegen noch unter dem Einflusse des atlantischen Golfstromes, so dass die Schneegrenze hier höher liegt als unter gleicher Breite im Innern unseres Kontinentes. Aber das Herabgedrücktwerden der Sommertemperatur durch denselben Meeresstrom, verbunden mit den häufigen reichlichen Regenniederschlägen, hat zur Folge dass die Baumvegetation am Gebirge nicht in dem entsprechenden Verhältniss hinaufgerückt wird, ja sogar auf der dem Meere zugekehrten Seite tiefer bleibt als auf der Landseite. In Lapplands Bergen herrscht ebenfalls wegen höherer Wintertemperatur und kürzerer Schneezeit noch eine Wälderentwicklung welche unter gleicher Breite im Ural ganz fehlt [1]. Bei der Holzartenarmuth des europäischen Nordens ist begreiflich dass die dortigen Gebirge höherer Breite nur noch eine Föhren- und Birkenregion haben, in welcher v. Berg [2] als bezeichnend nebenbei meterhohe *Betula nana L., Salix lanata L., pentandra L.* und noch eine Reihe nach Art des Krummholzes grössere Flächen überziehender anderer Kleinweidenarten und Wachholder anführt. Ueber dem Krüppelholzwuchs, also in der subalpinen Region, fand er noch *Andromeda polifolia L., Arbutus alpina L., Empetrum nigrum L., Rubus chamaemorus L.* und *saxatilis L.,* endlich gemeine Heide und die vier gemeinen Vakzinien.

Schliesslich noch einige „allgemeine Betrachtungen“ über die Regionen. Wir können die Schneelinie als eine Art phytotopographischen Horizont betrachten, an den sich abwärts die alpinen und die andern Regionen von Pflanzen und Bäumen anschliessen. In der That weicht erstere an Gebirgen die einigermassen vergleichbar sind, auffallend wenig ab. So liegt dieselbe in den Pyrenäen etwa bei 2700 ^{m}, im Dauphiné bei 2500 ^{m}, und in den Alpen wieder bei 2700 ^{m} bis 3000 ^{m} (penninische Alpen). Man kann daher glauben dass auch die abwärts daran sich anreihenden Baumregionen ein konstantes

[1] Griesebach, I. S. 177.

[2] Tharander Jahrbuch, 11. Bd. 1855. S. 32.

Verhältniss zur Schneelinie und unter sich bewahren werden. In der That trifft diess insofern zu als auch die Grenze der südeuropäischen Wälder gegen oben selten und selbst am Pic von Teneriffa nicht über 2000 m sich erhebt. Aber abwärts von der Waldgrenze stösst man auf mancherlei Sonderbarkeiten und scheinbare Widersprüche.

Nach Willkomm-Griesebach [1] gehen z. B. Edelkastanie, die in Norditalien [2] zwischen 300 m und 800 m vorkommt, in den Pyrenäen von 800 bis 1600 m, und unsre Buche, im Dauphiné und am italienischen Fusse der Alpen u. s. w. bis 1600 m ansteigend, in den Pyrenäen (Pic du midi) bis 1850 m. Die Fichte dagegen, in den Alpen bis beiläufig 2000 m Meereshöhe steigend, gienge in den Zentralpyrenäen nicht höher (1950 m). Ersteres Höhergehen, das von Kastanie und Buche, können wir uns mit Griesebach aus dem wintertemperirenden Einflusse der benachbarten Meere erklären. Das relative Zurückstehen der Fichte bleibt aber ein Räthsel, das durch Studium der Oertlichkeiten zu lösen wäre.

Richtiger gesagt wir glauben nicht an das Räthsel, weil in der von Griesebach angeführten Uebersicht der Holzarten der Zentralpyrenäen die Fichte mit 1950 m Erhebung angegeben wird, welche in den Pyrenäen für diejenige der Tanne gelten kann, und zweitens weil in der zitirten Stelle neben der Fichte die Tanne nicht aufgezählt ist, was so viel heissen will als das Vergessen der Tanne bei der Schilderung des Schwarzwalds. Von Pau über den Kamm der Pyrenäen bis ans mittelländische Meer wandernd sahen wir unendlich viel Tannen, aber nicht eine Fichte. Vermuthlich hat der Uebersetzer oder Leser von Desmoulins das Wort *sapin* mit Fichte statt mit Tanne übersetzt.

Griesebach [3] erörtert auch das besondere Hochgehen der Buche in den Apenninen und auf dem Aetna, gegenüber ihren osteuropäischen und pyrenäischen Stationen. Die Erklärung aus einer eine gewisse Grenze übersteigenden nicht vortheilhaften Wirkung des Kontinentalklimas im Osten und des Litoralklimas im Westen will uns aber nur in seiner ersten

[1] Vegetation der Erde, I. S. 204. 193.
[2] v. Martens, Italien, II. S. 172.
[3] A. a. O. I. S. 343.

Hälfte befriedigen. In Bezug auf die zweite, den Einfluss des Küstenklimas, das im Sommer die Wärme herabzudrücken, im Winter zu erwärmen pflegt und durch Mitführung dunstbeladener Luft grossen Einfluss auf die Niederschläge, insbesondere von grossen Schneemassen übt, lässt sich zur Zeit wohl um so weniger ein Schluss ziehen, als es sich ja nur um eine einzige Holzart handelt und, wie Griesebach anderweitig sagt (S. 207), derselbe klimatische Einfluss bei verschiedenen Gewächsen verschieden wirken, also nur schwer zur Grundlage einer Schlussfolgerung dienen kann.

Es wäre interessant und bei Erklärung des verschiedenen Vorkommens der Holzarten im Gebirge sehr förderlich stets getrennte Angaben über ihre Erhebung auf der „Sommer- und auf der Winter-,“ wie auf Ost- und Westseite, zu erlangen. A. de Candolle [1] sammelte Angaben dieser Art bei verschiedenen Autoren. Demnach steigen in der Schweiz Buche und Fichte auf der Südseite höher an als auf der Nordseite, im Allgäu Buche, gemeiner Ahorn, Legföhre und Fichte auf der Westseite höher als auf der Ostseite. Endlich gehen an dem isolirten und deshalb besonders interessanten Mont Ventoux, abgesehen von der sich in engen nach Westen ziehenden Bergschluchten versteckenden und daher nicht massgebenden immergrünen Eiche welche der Sommerseite mehr ausweicht, Buche, Hakenföhre, Wachholder, Lavendel und andere Gewächse auf der Sommerseite höher als auf der Winterseite. Die Hakenföhre beginnt dafür aber auch auf der Sommerseite höher als auf der Winterseite. Noch am Aetna gehen Edelkastanie, Trauben- und immergrüne Eichen, Buche, Birke und gemeine Föhre, wie Olive, Rebe und Feige, auf der Südostseite namhaft höher als auf der entgegengesetzten Seite.

Es fällt in der That auf dass die forstlich schlimmen Eigenschaften welche wir von den Sommerseiten kennen, nicht sehr häufig ein Höhersteigen der Holzarten auf den Nordseiten herbeiführen. A. de Candolle [2] selbst findet die Waldungen

[1] Géographie botanique, 1855. p. 19.
[2] A. a. O. S. 262.

eben wegen ihres Feuchtigkeitsbedürfnisses so beschränkt auf den Mittagsseiten der Gebirge.

Von auswärtigen Floren sind es hauptsächlich zwei welche mit unseren deutschen manche Aehnlichkeit bieten und daher für unsere Boskete zahlreiche und selbst unserem Wald einige Beiträge geliefert haben. Wir dürfen sie nicht ganz übergehen. Die nächstliegende ist die Flora des „Altai“[1] und Dauriens, eines bergigen Länderstriches dessen Klima, nordisch und kontinental zugleich, neben vielen unserer gewöhnlichen eine Reihe von Holzarten zulässt welche einen strengen Winter aushalten und geringe Ansprüche an Länge oder hohe Temperatur des Sommers machen.

Wir finden daselbst, den ausgedehnten Föhrenbeständen als Unterholz beigemengt, nicht blos Traubenkirsche, Vogelbeer, Wasserholder und Traubenhollunder, sondern auch *Robinia caragana L.* In den der Feuchtigkeit nicht entbehrenden Thälern unsere *Salix alba L.*, *viminalis L.*, *glauca L.*, *pentandra L.*, *pyrolaefolia Ledeb.*, *Populus nigra L.* und *alba L.* Im Steppenbezirke dagegen die meterhohe *Robinia halodendron L.*

Im Berglande, soweit die Föhre nicht reicht, Aspe und *Populus laurifolia Ledeb.*, Birke, *Abies sibirica T.*, *Abies excelsa var. altaica Ledeb. (obovata Ledeb.)*, *Rhamnus catharticus L.*, *Spiraea laevigata L.*, *Berberis sibirica Pall.*, *Cotoneaster uniflora Ledeb.* und *Potentilla fruticosa L.* Ueber 1300 m Lärche und bis 2000 m steigend Arve, letztere öfters mit bedeutenden Dimensionen.

Ebenso sind aus „Daurien“ eine ziemlich grosse Anzahl Holzarten an unsere Boskete gekommen. Ein Theil derselben führt den Speziesnamen *davuricus.*

Noch wichtiger aber ist für uns die Baumwelt „Nordamerikas“, welches nicht blos durch seine Walderzeugnisse unsere Aufmerksamkeit verdient, sondern auch durch Bereicherung unserer Wälder mit mehreren schätzbaren Holzarten.

[1] Ausland, 1869. Nr. 34. 35.

Die letztern sind daselbst in Zonen geordnet, welche denjenigen unseres Kontinents einigermassen entsprechen.

Im Norden nämlich findet sich eine sehr breite eisige Zone mit sehr kurzem Sommer, in welcher die Bäume dem auch in der warmen Jahreszeit im Boden vorhandenen Eise durch Flachwurzeln ausweichen. Fast ausschliessliche Bewohnerin derselben ist die Weissfichte, *Abies alba L.* Es gesellt sich ihr, jedoch nicht überall gleich weit nach Norden vordringend, die amerikanische Lärche, *Larix microcarpa Poir.* bei. Nur an Flussufern findet sich ausser der Balsamtanne eine Anzahl Laubhölzer, nämlich Pappeln, *Populus balsamifera L., tremuloides Mich.,* Weiden, Erlen, auch sparsam vertreten *Betula papyracea Ait.* Die Zone bleibt in den Ländern des kalten Frühlings, Hudson, Labrador, gegen Norden bedeutend zurück. In der Mitte des Kontinents wird sie von dem den Osten und den Westen des südlichen Nordamerika's trennenden Savannengebiete noch berührt. Dieses scheidet also die gemässigte nordamerikanische Wälderzone in einen atlantischen und einen stillozeanischen Theil.

In demjenigen nun der sich auf der atlantischen Seite der Savannen an die Weissfichtenzone anreiht, herrscht nach Lage zur See einer-, zur Savanne und den grossen Landseen andererseits, unter Mitwirkung der Gebirge, ein sehr wechselndes Klima. Sein Gebiet, die nördlichen Freistaaten umfassend, ist ebenfalls noch reich an Nadelhölzern, wie *Abies canadensis L., nigra Ait., Pinus strobus L., resinosa L., rigida Mill., inops Ait., mitis Mich., taeda L., Juniperus virginiana L., Thuja occidentalis L.* und in den sumpfigern Landstrichen *Cupressus disticha L.* und *thyoides L.* Ausserdem eine grosse Zahl Laubhölzer von wirklicher Bedeutung: vor allem die unvergleichlichen Hickory- und Nussbaumarten, *Juglans alba L., amara Mich., tomentosa Mich.* u. s. w., *Juglans nigra L.* und *cinerea L.* Sodann die vortrefflichen Eschen *Fraxinus americana L., juglandifolia Lam., pubescens Walt.* Auch mehrere Birken. An Eichen eine sehr grosse Zahl, die einen nutzbar, die andern geringwerthig, alle aber durch ihre Blätterfärbung ein

Herbstschmuck des nordamerikanischen Waldes. Unserer Buche entsprechend *Fagus ferruginea Ait.* und *Carpinus virginiana Mich.* Endlich der Tulpenbaum, *Liriodendron tulipifera L.*, und neben Pappel- Weiden- und Erlenarten in den Niederungen eine Reihe weiterer schwächerer Bäume z. B. *Laurus sassafras L., Nyssa aquatica L.*

Jenseits Savannen und Felsengebirge, auf der Seite des stillen Ozeans, schliesst sich an die kalte Weissfichtenzone eine dem dortigen milden Litoralklima entsprechende reiche Baumwelt von starken Abmassen. Hier, und auch noch häufig ins Innere sich erstreckend, finden sich die zum Theil riesenhaften *Thuja gigantea Hook.*, *Abies Douglasii Lamb., Menziesii Dougl., Mertensia Lindl., Pinus ponderosa Dougl., Wellingtonia gigantea Lindl.,* und auch Ahorne, Pappeln, Erlen und *Quercus garryana.* In den Gebirgen wiederholt sich *Abies alba.*

Die Südstaaten haben bezüglich ihrer Baumwelt noch einige Aehnlichkeit mit den vorstehend aufgeführten Nordstaaten. Sie besitzen eine bedeutsame Nadelholzart, *Pinus australis Mill.,* die vorzüglichste amerikanische Eiche, *Quercus virens Ait.*, sodann *Quercus phellos L.* und eine Anzahl kleinerer und empfindlicherer Bäume wie *Magnolien, Bignonien* u. s. w. die, in unserem deutschen Klima gepflanzt, eben noch oder nicht mehr aushalten.

XIX. Die Akklimatisirung.

Die Uebersiedelung von Holzarten eines Landes nach einem fernen andern von klimatisch ähnlichem Karakter hat keine Schwierigkeit. Man denke an die bei uns so wohl gedeihenden nordamerikanischen Bäume wie Rotheiche, Weymouthsföhre u. s. w. Beide pflanzen sich leicht durch Samen fort. Das Fehlen einer Holzart in einem klimatisch ähnlichen benachbarten Land aber deutet auf einen wenn auch nicht auffallenden, doch dem Gedeihen der Pflanze entgegenstehenden Unterschied. So gedeiht die Lärche im Hügellande Schwabens, wie im Schwarzwalde, grossentheils sehr gut und wird mit allem Erfolge angebaut. Sie pflanzt sich aber von selbst zu sparsam aus Samen fort und hat in letztern Oertlichkeiten zu sehr mit andern Holzarten zu kämpfen welche sie durch Beschattung unterdrücken, als dass sie sich ohne Unterstützung durch Menschenhand für die Dauer halten könnte. Aehnlich der Lärche lassen sich fast alle Holzarten noch ausserhalb ihrer natürlichen geographischen Zone fortbringen. Zedern vom Libanon und Atlas von starken Dimensionen stehen in Frankreich, England, am Rhein und selbst an der schwäbischen Alb. Die Edelkastanie gedeiht im südlichen England, fast in ganz Frankreich, am Rhein, in Jütland, am Harz und noch an der Achalm in Schwaben bei 550 ^{m}. Es steht aber zu erwarten, dass sie grösstentheils zu Grunde gehen werden, wenn sie einen sehr kalten Winter wie 1708/9 oder 1788/9 oder auch einen gewöhnlichen Winter nach dem Ausreifen des Holzes besonders ungünstigem Sommer erleben. Solche ausserordent-

liche Jahrgänge pflegen, wenn auch nur mehr lokal, selbst unsern einheimischen Holzarten zuzusetzen.

Ist daher die Anpflanzung nützlicher ausländischer Holzarten, selbst solcher nicht zu verdammen, die einem mildern Himmelsstrich angehören, weil wir immer hoffen können mit ihrer Kultur und Aufzucht nicht gerade in einen jener hervorragend zerstörenden Winter zu fallen, so dürften einige Winke für Behandlung ausländischer Hölzer bei Kulturversuchen nicht am unrechten Orte sein.

Eine neue Holzart ist zuerst in Topf und Garten zu pflegen. Alsbaldige Kultur in Saat- und Pflanzschulen im Walde pflegt wegen der vielen Zufälligkeiten die hier dem Samen und den jungen Pflanzen drohen, von geringem Erfolge zu sein. Man vertheile sodann den Samenvorrath unter verschiedene Personen, an verschiedene Orte. Bei grösster Sorgfalt kann in einer Hand ein ganzer Samenvorrath zu Grunde gehen. Man säe in guten, nicht überreichen Boden, und lockere denselben vom August an nicht mehr, damit die Pflanzen vor Winter gehörig ausreifen. Den Winter über stelle man die Pflanzen, sofern man nicht gar über ein sogenanntes Kalthaus verfügen kann, an den Boden auf die Nordseite eines Gebäudes oder immergrüner (beschattender) Bäume und umgebe sie reichlich und bedecke sie leicht mit Laub.

Mehr noch als die absoluten Kältegrade pflegt den Holzarten der Wechsel zwischen nächtlicher Kälte und Sonnenerwärmung am darauf folgenden Tage zu schaden. Daher der Werth des Umbindens vor Winter mit Stroh, Schilf oder eines einseitig dachförmigen Schirmes gegen die Sonne.

Auch später, bei der Pflanzung der neuen Holzart an Ort und Stelle, empfiehlt sich die Wahl einer nicht kalten, Luftzirkulation zulassenden Nordseite und Beimischung oder Vorhererziehung leicht schützender Holzarten, z. B. der Föhre oder Lärche, deren Entwicklung im Zaume gehalten werden muss. Eine grosse Zahl Holzarten die in der Jugend grossen Entwicklungstrieb hat und desshalb nicht ordentlich ausgereift gern eine Beute des Frostes wird, reift später vollkommen

aus und leidet durch ihn nicht mehr. Darum, nicht wegen einer etwaigen Gewöhnung an die Kälte, sind Schutz und besondere Pflege der empfindlichen Hölzer in der Jugend nothwendig.

Holzarten die aus gleichkaltem Klima stammen, können, nachdem sie Pflänzlingsgrösse erlangt haben, alsbald an verschiedene Oertlichkeiten gebracht werden.

Solche, welche, wie z. B. Ahorne und Seeföhren feuchte Luft, oder wie Esche, Stechpalme, Pimpernuss feuchte Luft und feuchten Boden in Anspruch nehmen, finden in engen Thälern, oder im waldreichen Gebirg einen angemessenern Standort als im trockenern offenen Land.

Guter Boden, in Verbindung mit Pflege, erlaubt im Garten eine grosse Zahl Holzarten mit allem Erfolge zu erziehen, die im Walde wegen seiner Kühle allzulangsam erwachsen, nicht gehörig ausreifen, an den Astwurzeln Schäden bekommen und geringeres Holz erzeugen.

Nachtrag zu VII. Ernährung. S. 124.

In unsrem obigen Kapitel war nicht davon die Rede dass ein an sich unschädlicher Bodenbestandtheil wie der Kalk nicht bloss, bei sehr reichlichem Vorhandensein, physikalisch, sondern auch bei Gegenwart in bescheidener Menge durch seinen Einfluss auf die Ernährung nachtheilig für das Gedeihen von Holzarten werden könne.

Nun erhielten wir aber erst kürzlich durch Freundeshand die Arbeit von Fliche und Grandeau über die Wirkung bedeutenden Kalkgehaltes des Bodens auf einige Holzarten. Die Erfahrung dass auf den Sandböden der Sologne jede beabsichtigte Bodenverbesserung durch Mergel dem Gedeihen der Seeföhre, *Pinus pinaster Sol.*, nachtheilig wurde, sowie das gründliche Studium dieses Baumes unter hinreichend gleichförmigen Verhältnissen vor Klima und Lage, aber bei sehr

abweichendem Kalkgehalte, liess die Genannten zu folgenden Schlüssen gelangen:

Die Seeföhre, wie die Besenpfrieme, ist zwar eine Sand- oder Kieselpflanze. Sie scheint aber nicht mehr Kieselerde in sich aufzunehmen als andere Pflanzen. Enthält aber der Boden auch nur eine geringe Menge Kalk, so nimmt die Seeföhre davon ein bedeutendes Quantum auf und steigert dadurch, nicht in den Blättern wohl aber im Holzkörper, seine Aschenmenge. Solches auf Kosten fast aller andern Aschebestandtheile, insbesondere des Eisens und des Kalis. Ersteres bekanntlich eine Rolle im Chlorophyll spielend, letzteres nach Nobbe, Schröder und Erdmann unentbehrlich bei der Erzeugung des Stärkmehls, und weil nach Dippel (Botan. Zeitung, 21. Jahrg. 1863. S. 257) das Harz nur ein Umwandlungserzeugniss des aus Stärkemehl entstehenden Terpentins ist, so dass der Vorgang die gelbe Färbung und Harzarmuth der auf Kalkboden erwachsenen Seeföhren erklärte.

Solches in Uebereinstimmung mit einer andern Arbeit von Chatin [1], welcher nachweist dass die Edelkastanienwälder in der Isère, zu Bastide Murat und zu Cahors am besten gedeihen wo der Boden 1,5 bis 2 % Kalk enthält, dass dagegen bei 3 % Kalkgehalt der Baum aufhört lohnend zu sein und magere Ausschläge giebt.

Gegenüber diesen kalkmeidenden Holzarten nennt Mathieu als lediglich an Kalkboden gebundene Holzart den Sperberbaum *(Sorbus domesticus L.)*.

Unsere eigene Meinung lief bisher den vorstehenden stracks zuwider. Auch können wir uns einiger Einwürfe nicht enthalten. Wenn Gedeihen und Nichtgedeihen bestimmter Holzarten in fühlbarer Weise von Reichthum oder Armuth des Bodens an Kalk abhängt, wenn Kalkfülle im Boden, weil eine normale Chlorophyllbildung hindernd, die eine Holzart ausschliesst, warum gedeihen so verwandte Bäume wie Schwarzföhre, *Pinus halepensis* und selbst gemeine Föhre so gut auf

[1] Bulletin de la Société Botanique de France, 8. Avr. 1870.

Kalkboden? Wie kommt es ferner dass grosser Kalkgehalt des Bodens weniger als normalen Kalkgehalt der Seeföhrennadeln bewirkt, so dass man meinen sollte diese vermögen sich den schädlichen Ueberschuss fernzuhalten? Endlich ist der Sperberbaum ziemlich häufig in der grösserntheils eminent kalklosen Bretagne. Andererseits würde das schlechte Gedeihen der Edelkastanie auf unsern schwäbischen Keupermergeln für die Richtigkeit der Ansicht Chatin's sprechen.

Alphabetisches Sachregister des ersten Bandes.

Druckfehler.

S. 2, Linie 21 von oben ist nachzutragen:

Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Kulturpflanzen Deutschlands, von Dr. Th. Hartig. Mit gestochenen und kolorirten Tafeln. Berlin, Förstner'sche Buchhandlung 1840. 1851.

S. 192, Linie 3 von oben, wurde das Wort Selbstverständlich irrthümlich durchschossen.

S. 224, Linie 2 von unten lese man 233 statt 223.

S. 302, 6. Linie ist *etatinum* statt *pini* zu setzen.

Erster Band.

Die allgemeine Botanik kann unmöglich alle für den Forstmann und Baumkenner wichtigen Fragen mit der für dieselben erforderlichen Gründlichkeit behandeln. Eine Forstbotanik darf daher auch eines allgemeinen Theiles nicht entbehren, wiewohl solches bisher üblich gewesen. Andererseits hat dieser die Besprechung aller Fragen zu vermeiden, welche, von forstlicher Seite angefasst, keine Besonderheiten darbieten.

Das vorstehend angezeigte, dem Lehrvortrag entsprungene Werk, zerfällt daher in seinem **ersten** oder **allgemeinen Theil** in nachstehende Lehren: I. **Literatur.** II. **Elementarbau:** des Holzkörpers (in Stamm, Wurzel und Aesten), der Rinde, der Wurzelzasern und Blätter. III. **Lebensaufgabe der Elementarorgane.** IV. **Aufgabe und Thätigkeit der Wurzeln.** V. **Erscheinen, Aufgabe, Dauer und Ableben der Blätter.** VI. **Saftbewegung:** aufsteigender Strom, rückkehrender oder Bildungssaft. VII. **Ernährung** der Holzgewächse. VIII. **Entwicklung des Baumes:** Keimling, junger Baum, die oberirdischen Theile verlängernder Spross, verschiedene Knospen, (Langspross, Kurztrieb etc., Spannung im Spross), verdickender Holzmantel nach innerem Wesen und beeinflussenden äusseren Umständen. Höhewuchs. Dickewachsthum. Massezuwachs. Besonderheiten der Holzarten in der Tracht von Stamm und Krone. IX. **Splint, reifes Holz und Kern.** X. **Wandlungen der Rinde.** XI. **Ersatz** verlorener Organe. XII. **Blühen und Fruchten.** XIII. **Wandelbarkeit und Beständigkeit** der Holzarten. XIV. **Keimung** der Samen. XV. **Kreuzung** von Holzarten. XVI. **Missbildungen.** XVII. **Krankheiten** und Ableben. Krankheiten von Wurzel, Schaft und Aesten, Blättern, Blüten. XVIII. **Geographische und topographische Vertheilung** der Waldbäume.

Der bereits im Drucke befindliche unverweilt zur Versendung kommende **zweite** oder **spezielle Theil** der deutschen Forstbotanik handelt, im Umfange des Waldes und unserer Gärten und Parkanlagen, Bäume und Sträucher nach folgenden Gesichtspunkten ab: **Familie** der die Holzart angehört, nach Grösse, Holzbau, Beschaffenheit von Knospe, Blatt, Blüte und Frucht. **Nomenklatur.** Verhalten zu **Klima, Höhestand, Freilagen, Boden. Samen. Junge Pflanze, junger Baum. Erwachsener Baum:** Abmasse. Wurzel, Rinde, Zweige, Tracht, Knospen, Blätter, Beschatten, Herrschendes oder Vorkommen im Gemisch, Bodenbesserung, Fruchtbarkeit, Wiederersatz, Alter. **Aeussere ungünstige Einflüsse:** Gras, Schatten, Hitze u. s. w.; Feinde. **Abnormitäten** und Abarten. **Krankheiten. Erzeugnisse:** Holz nach seinen physischen Eigenschaften und seiner Verwendbarkeit für verschiedene Gewerbe, Rinde u. s. w. **Forstliche Bedeutung** der Holzart für die verschiedenen Betriebsarten.

Von demselben Herrn Verfasser erschienen früher in gleichem Verlag und werden hiemit zur Beschaffung empfohlen:

Die technischen Eigenschaften der Hölzer für Forst- und Baubeamte, Technologen und Gewerbtreibende. gr. 8⁰. (1860). Rthlr. 2. 24 Ngr. oder Mk. 8. 40 Pf.

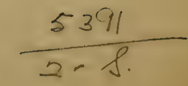
Die kleinen Feinde der Landwirthschaft oder Abhandlung der in Feld, Garten und Haus schädlichen oder lästigen Schnecken, Würmer, Gliederthierchen etc. und der gegen sie anwendbaren Schutzmittel. Mit Holzschnitten. Zweite Auflage. gr. 8⁰. (1869.) Rthlr. 3. 20 Ngr. oder Mk. 11. —

Querschnitte von 500 Holzarten, umfassend die Wald- und Gartenbaumarten u. s. w. Deutschlands und des Auslandes. Zur Belehrung für Forstleute, Landwirthe, Botaniker u. s. w. 12⁰ in Karton. (1852—1874). 6 Bände. Jeder Band Rthlr. 4. 20 Ngr. oder Mk. 14. —

Fünfzig Querschnitte der in Deutschland wachsenden hauptsächlichsten Bau-, Werk- und Brennhölzer. Für Forstleute, Techniker und Holzarbeiter. 12⁰ in Karton. (1858). Rthlr. 2. 24 Ngr. oder Mk. 8. 40 Pf.

Die Kenntniss der wichtigsten kleinen Feinde der Landwirthschaft. 8⁰. (1871). kart. 12 Ngr. oder Mk. 1. 20 Pf.

Der Holzring als Grundlage des Baumkörpers. Eine dendrologische Skizze. 8⁰. (1872). 14 Ngr. oder Mk. 1. 40 Pf.

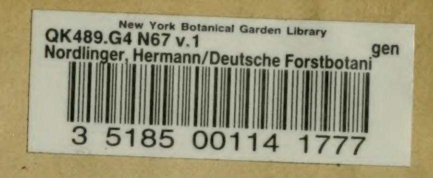











New York Botanical Garden Library
QK489.G4 N67 v.1
gen
Nordlinger, Hermann/Deutsche Forstbotani
3 5185 00114 1777

